

**SMART RURAL: eficiência energética e energias renováveis
no espaço rural**

Francesca Poggi

**Tese de Doutoramento em Geografia e Planeamento Territorial
Especialidade em Planeamento e Ordenamento do Território**

Maio de 2018

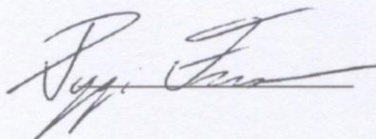
Tese apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Geografia e Planeamento Territorial, especialidade em Planeamento e Ordenamento do Território, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Ana Viegas Firmino (Departamento de Geografia e Planeamento Regional, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa) e co-orientação do Professor Miguel Amado (Departamento de Engenharia Civil, Arquitectura e Georecursos do Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa).

Os trabalhos que culminaram na presente tese foram financiados pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, através de uma bolsa individual de doutoramento (SFRH/BD/94702/2013) e decorreram no CICS.NOVA – Centro Interdisciplinar de Ciências Sociais (<http://www.cics.nova.fcsh.unl.pt/>), da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa, no quadro do grupo de Mudanças Ambientais, Território e Desenvolvimento.

DECLARAÇÃO

Declaro que esta tese é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia.

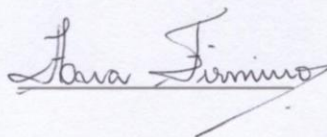
A candidata,



Lisboa, 23 de Novembro de 2017

Declaro que esta tese se encontra em condições de ser apreciado pelo júri a designar.

A orientadora,



Lisboa, 23 de Novembro de 2017

Às gerações futuras.

AGRADECIMENTOS

O momento dos agradecimentos é um momento de reflexão profunda. É o tomar consciência de que a realização deste trabalho só foi possível com o apoio, incentivo e confiança de um conjunto de pessoas especiais.

À Professora Ana Firmino, que me tem acompanhado ao longo desta grande viagem de exploração científica e crescimento pessoal e sem a qual nunca teria surgido a ideia de SMART RURAL.

Ao Professor Miguel Amado, por me ter transmitido a paixão para a investigação e o escrever e desenhar como meios privilegiados para transmitir o próprio pensamento.

À Professora Maria do Rosário Oliveira, pelas temáticas transmitidas durante as aulas que abriram o meu “Olhar além do Urbano”.

À empresa The USE CONCEPT e ao Sérgio e António, pela oportunidade de trabalhar no caso prático de Arraiolos.

Ao Município de Loures, pela disponibilidade e apoio no fornecimento da informação.

À Eng^a Eveline Brigitte Moura, pela amizade e ajuda preciosa dada na fase de análise dos inquéritos.

À Fundação para a Ciência e a Tecnologia e ao CICS-NOVA, que criaram as condições para ter a calma e tranquilidade necessárias à prática da investigação.

A todos os meus amigos e, em particular, às minhas colegas de ânsias doutorais Teresa, Francesca e Serena, pela grande paciência e apoio.

Por último, um agradecimento especial à minha família, à qual roubei imenso tempo para a concretização desta tese.

SMART RURAL: EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E ENERGIAS RENOVÁVEIS NO ESPAÇO RURAL

AUTOR

Francesca Poggi

RESUMO

PALAVRAS-CHAVE: Município com Balanço Energético Nulo, especialização inteligente, planeamento municipal, *Geodesign*, SIG e BIM, PDM, desenvolvimento energético sustentável

Entre os diferentes aspectos que contribuem para o desenvolvimento sustentável, a energia constitui um requisito essencial, global e de longo prazo, para a satisfação das necessidades das gerações presentes e futuras. Neste quadro, a presente investigação promove uma visão abrangente do planeamento energético sustentável, que envolve as áreas urbanas e rurais como um todo energeticamente equilibrado. O conceito de Município com Balanço Energético Nulo, significa que as áreas rurais são transformadas em células do território produtoras de energia verde para abastecer as áreas urbanas e emerge como uma hipótese relevante e coerente a comprovar na transição para uma sociedade de baixo carbono. Neste sentido, a investigação assume como fundamentação científica uma nova especialização inteligente para as áreas rurais, associada ao balanço energético municipal, alinhando três domínios de investigação: as fontes de energia renováveis; eficiência energética; e redes inteligentes. Este enquadramento, revela como a abordagem metodológica adoptada resulta num mix de várias disciplinas: Geografia, Planeamento Territorial e Municipal, Urbanismo, Arquitectura e Engenharia Civil. Numa perspectiva empírica, a investigação adopta o método do caso de estudo, seleccionando os municípios de Arraiolos e de Loures. Do ponto de vista operativo, o modelo *SMART RURAL* é associado à disciplina do *Geodesign*, para estabelecer um processo de planeamento capaz de reforçar a eficiência energética e implementar as fontes de energia renovável entre diferentes domínios municipais e escalas espaciais. Desta forma, o a investigação associa o quadro operacional de suporte a um processo de *geodesign* que combina o Sistema de Informação Geográfica (SIG) e o Modelo de Informação do Edifício (BIM). O modelo *SMART RURAL* constitui um dos caminhos possíveis na resposta às falhas identificadas no âmbito do referencial metodológico e operativo a aplicar em matéria de energias renováveis e eficiência energética. Como conclusão, este trabalho demonstra a necessidade e oportunidade que decorrem de um rural energeticamente eficiente, e como tal inteligente, destacando o seu contributo para o conceito de Município com Balanço Energético Nulo e de demonstração do papel decisivo que os Planos Directores Municipais (PDM) podem assumir no desenvolvimento energético sustentável.

SMART RURAL: ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY IN RURAL AREAS

AUTHOR

Francesca Poggi

ABSTRACT

KEYWORDS: Net-Zero Energy Municipality, smart specialization, municipal planning, Geodesign, GIS and BIM, MMP, sustainable energy development

Among the different aspects that support sustainable development, energy is a critical concern to meet the needs of present and future generations in a global-scale and long-term vision. Going beyond the city boundaries, the present study promotes a comprehensive view on sustainable energy planning, which involves urban and rural areas as an energetically balanced whole. Here, the concept of Net-Zero Energy Municipality, in which rural areas are turned into green energy exporters to fuel urban areas, in a unique self-sufficient system, is both relevant and coherent within the transition process toward a low-carbon society. The study develops scientific understanding on the smart specialization of rural areas associated with municipal energy balance, aligning three research domains: renewable energy sources, energy efficiency and smart grids. The recognition of a smart specialization of rural areas, associated with sustainable energy development, places these territories in a new scientific, technological and practical challenge. The above framework, reveals how the methodological approach will result in a blend of various disciplines: Geography, Spatial Planning, Urbanism, Architecture, and Civil Engineering. From an empirical perspective, the research relies on the case study method, selecting the municipalities of Arraiolos and Loures. From a practical perspective, the SMART RURAL model is associated with the Geodesign discipline, to set up a planning process capable of enhancing energy efficiency and implementing renewable energy sources among different municipal domains and spatial scales. In this way, the study formalizes the operating framework for an innovative geodesign approach, founded on Geographic Information Systems (GIS) and Building Information Modeling (BIM). The SMART RURAL model represents one of the possible paths capable to fill the gaps in the methodological and operational referential and related practical problems of renewable energy and energy efficiency planning. Tackling these issues, the study demonstrates the need and opportunity that are associated with an energetically efficient countryside, and thus smart, highlighting its valuable contributions especially toward the promotion of Net-Zero energy balance between rural and urban areas. It is here that municipalities, through their Municipal Master Plans, must take the lead addressing a comprehensive sustainable energy development model.

ÍNDICE

Índice	vii
Siglas e acrónimos	ix

PARTE I 10

CAPÍTULO I | INTRODUÇÃO 11

1.1 Âmbito e questão da investigação	11
1.2 Objectivos da investigação	13
1.3 Estrutura metodológica.....	14
1.4 Dados e técnicas de investigação.....	18
1.5 Desenho da investigação e organização da tese	19
1.6 Cronograma	22

PARTE II..... 24

CAPÍTULO II | ESPAÇO RURAL 25

2.1 Introdução.....	25
2.2 Definição de espaço	26
2.2.1 A afirmação das disciplinas sobre o espaço até ao século XX.....	27
2.2.2 O espaço do século XX: entre Geografia, Planeamento e Urbanismo	32
2.2.3 Um conceito em mudança: o espaço síntese contemporâneo.....	38
2.3 Conceitos de delimitação	40
2.3.1 Delimitação de regiões em Portugal: uma breve síntese	41
2.3.2 Espaço urbano e espaço rural: versus ou continuum?	48
2.3.3 Classificação e qualificação do solo urbano e rural	62
2.4 Planear e intervir no espaço.....	68
2.4.1 A organização do território: uma visão estratégica	69
2.4.2 Processos de planeamento: quadro conceptual.....	76
2.4.3 O sistema de planeamento em Portugal e a relevância da figura do PDM	85
2.5 Síntese de capítulo	87

CAPÍTULO III | ENERGIA PARA O FUTURO 89

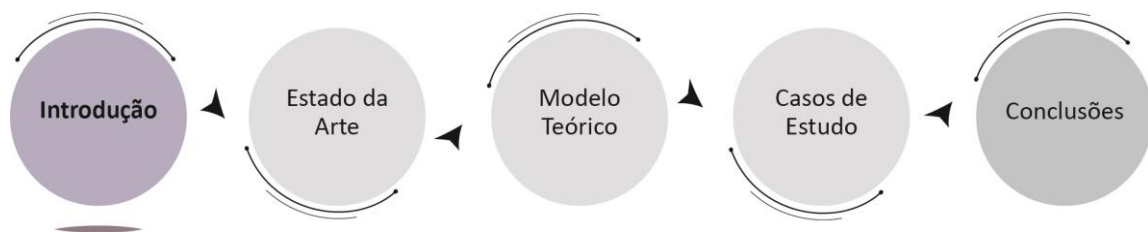
3.1 Introdução.....	89
3.2 Energias renováveis: entre teoria e prática	91
3.2.1 Fontes de energia renovável: uma revisão sistemática	96
3.2.2 O contributo das SmartGrid's	134
3.2.3 Planeamento das energias renováveis nas áreas rurais: estudo de casos.....	140
3.3 Eficiência energética: um olhar além do urbano	150
3.3.1 Os determinantes da eficiência energética no ambiente urbano.....	151
3.3.2 Para um espaço rural energeticamente eficiente.....	155
3.3.3 A eficiência energética no âmbito do planeamento municipal	164
3.4 Síntese de capítulo	168

PARTE III.....	171
CAPÍTULO IV MODELO SMART RURAL	172
4.1 Introdução.....	172
4.2 Desenvolvimento Energético Sustentável do Município	173
4.3 Componentes do SMART RURAL.....	176
4.3.1 VISÃO e METAS: para uma especialização inteligente das áreas rurais.....	177
4.3.2 MODELO TEÓRICO: entre episteme e criatividade	179
4.3.3 PROCESSO: planeamento energético sustentável	184
4.3.4 IMPLEMENTAÇÃO: abordagens temáticas.....	189
4.4 Síntese de capítulo	198
PARTE IV	199
CAPÍTULO V APLICAÇÃO A CASOS DE ESTUDO	200
5.1 Introdução.....	200
5.2 Loures Net-Zero: ANÁLISE - DIAGNÓSTICO - MODELO	201
5.2.1 Enquadramento e objectivos	201
5.2.2 Análise da produção de energia renovável e da rede eléctrica	204
5.2.3 Análise dos consumos de energia à escala municipal.....	210
5.2.4 Diagnóstico integrado do desempenho energético municipal	215
5.2.5 Modelo “Loures Net-Zero”	230
5.3 Arraiolos Net-Zero: ANÁLISE - SÍNTESE – MODELO	242
5.3.1 Enquadramento e objectivos	243
5.3.2 Avaliação da eficiência energética	246
5.3.3 Avaliação do potencial de produção de energia renovável	265
5.3.4 Diagnóstico de síntese para o apoio à decisão	276
5.3.5 Modelo “Arraiolos Net-Zero”	285
5.4 Síntese de capítulo	307
CAPÍTULO VI VALIDAÇÃO DO MODELO.....	310
6.1 Introdução.....	310
6.2 Componente teórica	311
6.3 Componente operativa	321
6.4 Componente científica	326
6.5 Síntese de capítulo	329
PARTE V	331
CAPÍTULO VII CONCLUSÕES E INVESTIGAÇÃO FUTURA	332
7.1 Principais conclusões	332
7.2 Propostas e caminhos futuros.....	341
Bibliografia	344
Lista de figuras	359
Lista de tabelas	363
Anexos.....	i
Anexo 1 – Modelo de ficha de caracterização dos equipamentos Eficiência energética	i
Anexo 2 – Fichas de caracterização dos equipamentos EE.1 - EE.2 - EE.3 - EE.4 - EE.5.....	ii
Anexo 3 – Enunciado do inquérito	vii

Siglas e acrónimos

ADENE - Agência para a Energia
AMEAL - Agência Municipal de Energia e Ambiente de Loures
APREN - Associação Portuguesa de Energias Renováveis
APU - Área Predominantemente Urbana
AT - Alta Tensão
BGRI - Base geográfica de referenciação da informação
BT - Baixa Tensão
CAOP - Carta Administrativa Oficial de Portugal
CCDR - Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional
COS - Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental
CO₂ - Dióxido de Carbono
ComUrb - Comunidades Urbanas
CPV - *Concentrator Photovoltaic* (Fotovoltaicos de concentração)
CSP - *Concentrated Solar Power* (Solar Térmico de Concentração)
DESM - Desenvolvimento Energético Sustentável do Município
DGEG - Direcção-Geral de Energia e Geologia
DGOTDU - Direcção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano
ECO.AP - Programa de Eficiência Energética na Administração Pública
ENE 2020 - Estratégia Nacional para a Energia com o Horizonte de 2020
ETAR - Estação de Tratamento de Águas Residuais
GAM - Grandes Áreas Metropolitanas
GEE - Gases de Efeito de Estufa
GUUD - Delimitação Geográfica de Unidades Urbanas
INE - Instituto Nacional de Estatística
INETI - Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação
IGT – Instrumentos de Gestão Territorial
MT - Média Tensão
MAT - Muito Alta Tensão
NUTS - Nomenclatura das Unidades Territoriais para fins Estatísticos
Nzeb - Nearly Zero Energy Buildings
PAT - Programas de Acção Territorial
PDM - Plano Director Municipal
PNAEE 2016 - Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética
PNAER 2020 - Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis
PNAC 2006 - Programa Nacional para as Alterações Climáticas
PNPOT - Programa Nacional da Política De Ordenamento Do Território
PORALENTEJO 2020 - Programa Operacional Regional do Alentejo 2014-2020
PROT-A - Plano Regional de Ordenamento do Território do Alentejo
PROT - Programas Regionais de Ordenamento do Território
RCCTE - Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
RJIGT - Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial
RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios
RSU - Resíduos Sólidos Urbanos
SCE - Sistema Nacional de Certificação Energética dos Edifícios
SIG - Sistema de Informação Geográfica
SWOT - Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats
TIC - Tecnologias de Comunicação e Informação
TIPAU - Tipologia de Áreas Urbanas
UAL - Unidades Administrativas Locais

PARTE I



CAPÍTULO I | INTRODUÇÃO

É a paixão e não a razão que nos leva a pesquisar

David Hume, 1740

1.1 Âmbito e questão da investigação

Num enquadramento global, é referido que cerca de 82% do consumo mundial de energia provém da utilização de combustíveis fósseis sendo as cidades responsáveis por cerca de 60-80% de todo este consumo e por produzir cerca de 80% dos gases de efeito de estufa (GEE) (IEA, 2008). É pois evidente a importância da energia nas relações directas com as actividades humanas e as preocupações de tipo social que garantem a qualidade de vida das populações, bem como nos aspectos económicos e tecnológicos fundamentais para o contínuo progresso da sociedade, não esquecendo os problemas ambientais e de saúde decorrentes da cadeia de produção energética, quer de origem accidental, quer ligados às emissões de gás de efeito estufa e poluentes atmosféricos (Boyle, 2012). O actual modelo energético constitui assim um dos aspectos mais problemáticos no processo de desenvolvimento da sociedade contemporânea e sobre o qual é urgente intervir para que o presente e o futuro das próximas gerações possam ser garantidos (Castanheira e Gouveia, 2004; United Nations Human Settlements Programme, 2008).

Perante este panorama e de acordo com diversos estudos, a estratégia a ser implementada na abordagem aos problemas anteriormente referidos, assenta em três objectivos específicos (European Union, 2001; IEA, 2008): 1. redução das emissões de CO₂; 2. substituição das energias fósseis pelas renováveis; 3. diminuição dos consumos através da melhoria da eficiência energética. O alcançar desses objectivos, directamente interligados entre si, é um aspecto de fundamental importância e impõe o desenvolvimento de abordagens multidisciplinares e de multiescala que implementem estratégias e acções relacionadas com a valorização e preservação dos recursos endógenos existentes (IEA, 2009). Assim, no que se refere às áreas de intervenção, estas decorrem de uma divisão espacial-funcional fundamental:

- os elevados padrões de procura de energia e as emissões de CO₂ verificam-se nas cidades (Steemers, 2003; Salat, 2009);
- a principal oferta de fontes de energia renovável encontra-se no espaço rural (Byrden, 2010).

Em relação às cidades e de acordo com as diferentes abordagens ao tema, importa referir que os principais factores que influenciam os consumos de energia à escala global são os que decorrem das dinâmicas de ocupação/uso do solo e do desempenho dos edifícios (Lacassagne e Schilken, 2003; Ratti, Baker e Steemers, 2005). Neste contexto, uma das estratégias mais importantes a realçar, é a introdução do conceito de *Net Zero Energy Buildings* (nZEB): edifícios de balanço energético nulo com suporte na combinação entre melhoria da eficiência energética e produção de energia renovável no local (European Union, 2010). O conceito de balanço energético assim introduzido representa uma mudança de paradigma substancial, quer na forma de conceber os edifícios (Sartori, Napolitano e Voss, 2012), como no planeamento das cidades (Amado, Poggi e Amado, 2014). Neste enquadramento, o balanço energético, “Net-Zero”¹, constitui o referencial de partida desta investigação para reflectir sobre a capacidade de produção de energia renovável nas áreas rurais, onde se encontra a principal oferta de recursos,

¹ O conceito de “Net-Zero” assenta numa equação simples: reduzir os consumos e aumentar a produção de energia renovável.

combinada com o reforço da eficiência energética, para minimizar os padrões de consumo de energia, existentes à escala do município. Com base nesta hipótese surgem duas questões da investigação a comprovar:

“É possível alcançar o conceito de balanço energético nulo, “Net-Zero”, quando aplicado ao espaço rural, com base no reforço da eficiência energética e da produção de energia renovável? E ainda, quais são os pressupostos a identificar para que o processo de planeamento possa promover o equilíbrio entre produção e consumo de energia à escala do município de uma forma sustentável?”

1.2 Objectivos da investigação

O objectivo principal da investigação é a elaboração e desenvolvimento de um modelo que promova uma estrutura de balanço energético nulo, “Net-Zero”, no espaço rural, suportada na produção de energias renováveis e no reforço da eficiência energética à escala do município. Procura-se deste modo, a concepção de um modelo de desenvolvimento energético equilibrado e sustentável que possa constituir um apoio aos procedimentos da elaboração, alteração e revisão dos Planos Directores Municipais (PDM). Definem-se como objectivos gerais da investigação:

- A construção de um método para a identificação e avaliação das fontes de energia renovável existentes no espaço rural e a sua integração no quadro de potencial balanço energético quase zero à escala do município;
- A construção de um método para a avaliação dos padrões de consumo de energia existentes no território que conduza à sua minimização e optimização no quadro de potencial balanço energético quase zero à escala do município;
- A definição do modelo teórico *SMART RURAL*, assente numa visão sistémica do território com o objectivo de contribuir para o Desenvolvimento Energético Sustentável do Município;
- O desenvolvimento de um processo de planeamento, cuja aplicação conduza a uma gestão eficiente do uso e ocupação do solo que promova o balanço entre a produção de energia renovável implementada no espaço rural e os consumos de energia ligados as actividades humanas existentes e planeadas para o território do município.

Definem-se ainda como objectivos específicos, os seguintes:

- A elaboração de orientações para o reforço da eficiência energética dos aglomerados;
- A construção de um *know-how* para o planeamento sustentável das fontes de energia renovável no espaço rural;
- O estudo dos modelos de rede inteligente municipal para apoiar a optimização da gestão entre consumos e produção de energia renovável no espaço rural e o transporte do excesso de electricidade do rural para o urbano;
- A elaboração de orientações operacionais e modelos de implementação para o suporte do aproveitamento inteligente de recursos de energia renovável em modo exclusivo ou em sinergia com soluções de eficiência energética;
- Facultar conteúdos científicos para a futura construção da plataforma web “SMART RURAL” que consiste num instrumento para a divulgação, promoção e suporte do desenvolvimento energético sustentável no espaço rural.

1.3 Estrutura metodológica

A definição de uma estrutura metodológica decorre da necessidade de fundamentar o plano orientador da investigação, de acordo com os princípios de rigor do método fundamentais na investigação científica. “Não é uma sucessão de etapas que se cumprem numa determinada ordem mas sim, um modelo que surge em função da natureza e especificidade do objecto de estudo” (Pardal e Soares, 2011:14). Neste sentido, a multidisciplinidade subjacente a esta investigação converge para um método de investigação que assenta em três fases:

- teórico-conceitual;
- empírica
- validação e síntese.

Fase teórico-conceitual

A fase teórico-conceitual aborda a análise e discussão das temáticas que articulam o espaço rural com as questões da implementação das energias renováveis e o reforço da eficiência energética. Esta fase abrange as seguintes tarefas fundamentais:

- ***Pesquisa e recolha bibliográfica e tratamento de dados*** – bibliográficos e estatísticos;

- **Estudo e caracterização** – fontes de energia renováveis e respectivas tecnologias, parâmetros, factores determinantes e condicionantes de natureza ambiental, social e económica no espaço rural; parâmetros e medidas para a melhoria da eficiência energética à escala dos aglomerados rurais e urbanos;
- **Análise** – estudo das correlações entre todos os dados referentes ao espaço rural, modelos de planeamento, energias renováveis, eficiência energética que se entendem relevantes para a elaboração do modelo teórico;
- **Diagnóstico** – diagnóstico dos resultados da análise sistémica sobre o desempenho energético, potencial de produção de energia renovável, transmissão e distribuição de energia eléctrica; modelo de ocupação do território e condicionantes existentes;
- **Síntese do estado de conhecimento** – as temáticas abordadas nos pontos anteriores são sintetizadas, avaliadas e transpostas em quadros de referência para o suporte da concepção do modelo teórico SMART RURAL;
- **Concepção do modelo teórico** – definição teórica-conceptual e elaboração das acções, estratégias e do processo de planeamento para a integração do modelo nos procedimentos de revisão dos PDM.

Fase empírica

Esta fase prevê a aplicação prática do modelo *SMART RURAL* a dois casos de estudo em Portugal. É importante referir que a escolha da amostra se relaciona directamente com a escala de intervenção da investigação: o município e o seu espaço rural. Neste enquadramento, o ponto de partida foi o universo diversificado da divisão territorial portuguesa: os 278 Municípios existente no Continente (excluindo-se os 30 municípios dos arquipélagos dos Açores e da Madeira).

Deve-se dizer, todavia, que o contexto específico das áreas rurais possibilitou um critério de selecção preliminar muito relevante e que corresponde à delimitação dos territórios de baixa densidade, conforme a definição da OCDE (OECD, 2014). Estes, no caso de Portugal continental, incluem praticamente todo o território², à excepção das

² É pois de referir que as áreas rurais de Portugal Continental abrangem cerca de 92% do território e 47% da população, sendo esta, uma das principais razões que impulsionaram o enfoque desta investigação para o contexto específico do espaço rural (DGAEP, 2009).

NUT 3 (Grande Lisboa, Grande Porto, Península de Setúbal, Ave, Cávado e Entre Douro e Vouga).

Com a fixação deste enquadramento geral, desenvolveram-se os seguintes critérios que levaram à escolha dos municípios-amostra (Tabela 1).

Tabela 1: Critérios de selecção casos de estudo

CRITÉRIO DE SELECÇÃO	OBJECTIVO	DOMÍNIO DE INTERVENÇÃO
Diversidade de localização geográfica e condições edafoclimáticas;	Possibilitar potencialidades energéticas diversificadas e concretizáveis;	ENERGIA RENOVÁVEL
PDM em fase de revisão;	Validar a aplicação do modelo ao longo de todas as etapas que compõem a fase de revisão de um PDM;	PLANEAMENTO
PDM entrado recentemente em vigor;	Possibilitar um confronto com as visões estratégicas e políticas actualmente aplicadas nos domínios da eficiência energética e energias renováveis;	PLANEAMENTO
Um município com áreas predominantemente agrícolas e agro-florestais e aglomerados de baixa densidade;	Possibilitar potencialidades de produção de energia renovável diversificadas nas áreas rurais e definir opções estratégicas de redução dos consumos de energia para os territórios de baixa densidade;	ENERGIA RENOVÁVEL EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
Um município caracterizado por um gradiente espacial com uma marcada componente urbana e uma extensa área rural e florestal;	Avaliar o aproveitamento de fontes de energia renovável, actualmente implementadas no território, no sentido de analisar a capacidade de potencial balanço energético face aos padrões de utilização de energia existentes no município;	ENERGIA RENOVÁVEL
Diversidade de densidade populacional, sectores de actividades;	Possibilitar a aplicação do modelo teórico em contextos demográficos e económicos diversificados;	CONSUMOS DE ENERGIA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA MODELO DE OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO
Analogias entre os padrões de desenvolvimento e ocupação dos territórios artificializados.	Possibilitar análises comparativas.	CONSUMOS DE ENERGIA MODELO DE OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO INFRA-ESTRUTURAS ENERGÉTICAS

Tendo como base os critérios acima referidos, os dois municípios seleccionados como casos de estudo correspondem ao processo de Revisão do PDM do Município de Arraiolos, iniciado em 2013³ e o processo de concretização do novo PDM do Município

³ A decisão de rever o PDM foi aprovada por deliberação da Camara Municipal: Declaração n.º 164/2013, Diário da República, 2.ª série — N.º 142 — 25 de Julho de 2013. O processo encontra-se actualmente em curso.

de Loures, aprovado em 2015⁴. Em linha com as orientações de Pardal e Soares (2011), a escolha destes dois municípios resulta num tipo de amostra empírica, de tipo variado e planeada de forma intencional para se aprender o máximo sobre as temáticas em estudo. Neste sentido, a lógica foi captar diferenças e analogias entre dois casos que levassem a complementar os resultados finais. Do ponto de vista prático é de referir também que os trabalhos desenvolvidos no âmbito dos casos de estudo resultam da colaboração com a empresa THE USE CONCEPT, no desenvolvimento da revisão do PDM de Arraiolos e com a Câmara Municipal de Loures, na avaliação do respectivo PDM em vigor.

Fase de validação e síntese

Esta fase corresponde à validação das componentes teórica, operativa e científica do modelo elaborado e à fase de síntese que acompanha os momentos de redacção da tese e de conclusão do processo de investigação. É neste âmbito, que se promoveu também a disseminação e divulgação dos resultados, com a criação de conteúdos a utilizar para a elaboração de artigos científicos em revistas internacionais de especialidade indexadas, assim como em conferências nacionais e internacionais. A acção de divulgação científica além da publicação de artigos anteriormente referida, previu a realização de uma acção activa de divulgação, promovendo a cooperação com outras instituições académicas e privadas ligadas a essas temáticas:

- **IGU** - International Geographical Union, Sustainability of Rural Systems. Co-chair: Professor Ana Firmino, Universidade Nova de Lisboa (2012-2016);
- **GEOTPU** - Grupo de Estudos de Ordenamento do Território e Planeamento Urbano. Coordenador: Professor Miguel Amado, Instituto Técnico Superior;
- **Rural Smart Grids** - President of the organization committee: Veronica Kuchinow, SÍMBIOSY;

⁴ Diário da República, 2.ª série — N.º 117 — 18 de Junho de 2015.

1.4 Dados e técnicas de investigação

Pela importância que assumem na investigação, apresentam-se, de seguida, os dados e técnicas de investigação utilizadas:

- Análise documental e bibliográfica — recolha de informação decorrente de fontes primárias realizada com a finalidade duma descrição objectiva e sistemática dos pontos-chave de uma determinada temática;
- Estudos de caso — conhecimento pormenorizado de casos específicos para compreender a sua complexidade e abrir caminhos a generalizações empíricas de natureza exploratória, descritiva e prática;
- Levantamentos — trabalho de campo desenvolvido em situ;
- Casos de estudo e método comparativo — aplicação prática do modelo teórico em dois municípios, com a finalidade de testar a sua operacionalidade e identificar analogias, complementaridades e diferenças;
- Análise estatística — descrição e percepção das variáveis que caracterizam uma determinada temática ou fenómeno cuja análise quantitativa seja relevante para os objectivos da investigação. Dada a relevância da natureza espacial de parte da investigação, é de referir que esta informação foi tratada através de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para a produção de mapas e gráficos, sendo as principais bases de dados utilizadas: a Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental (COS 2007) nível 2 e nível 5, a Base Geográfica de Referenciação da Informação de 2011 (BGRI) e os dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Estatísticas (INE) e pela Direcção-Geral de Energia e Geologia (DGEG);
- Entrevistas abertas — auscultação das sensibilidades institucionais e recolha de informação com entidades gestoras e empresas privadas, sobre o tipo, natureza e abrangência territorial dos processos de produção e distribuição de energia não renovável e renovável. Os técnicos da Administração Pública, envolvidos nos processos de elaboração da revisão dos PDM's, foram ouvidos para que avaliassem o tipo de abordagem desenvolvido para a integração das energias renováveis e o reforço da eficiência energética no processo de planeamento do município;
- Inquérito por questionário - estudo de opinião que decorreu de Novembro de 2016 até Maio de 2017. Os resultados foram utilizados para a validação da abordagem ao

conceito de desenvolvimento energético sustentável à escala do município, contribuindo para uma reflexão fundamentada sobre a implementação das energias renováveis e o reforço da eficiência energética para suportar o balanço energético à escala do município.

As principais razões que levaram ao recurso a estas técnicas decorrem da adopção do método qualitativo e quantitativo em simultâneo, e da necessidade de garantir uma coerência lógica-dedutiva entre as diferentes fases da tese, nomeadamente: estado da arte, formulação do modelo teórico, aplicação prática, avaliação.

1.5 Desenho da investigação e organização da tese

O desenho da investigação que se apresenta, descreve de forma esquemática o percurso desenvolvido, tornando-se um plano orientador para definir e planear o trabalho e facilitar a sua leitura e compreensão (Figura 1).

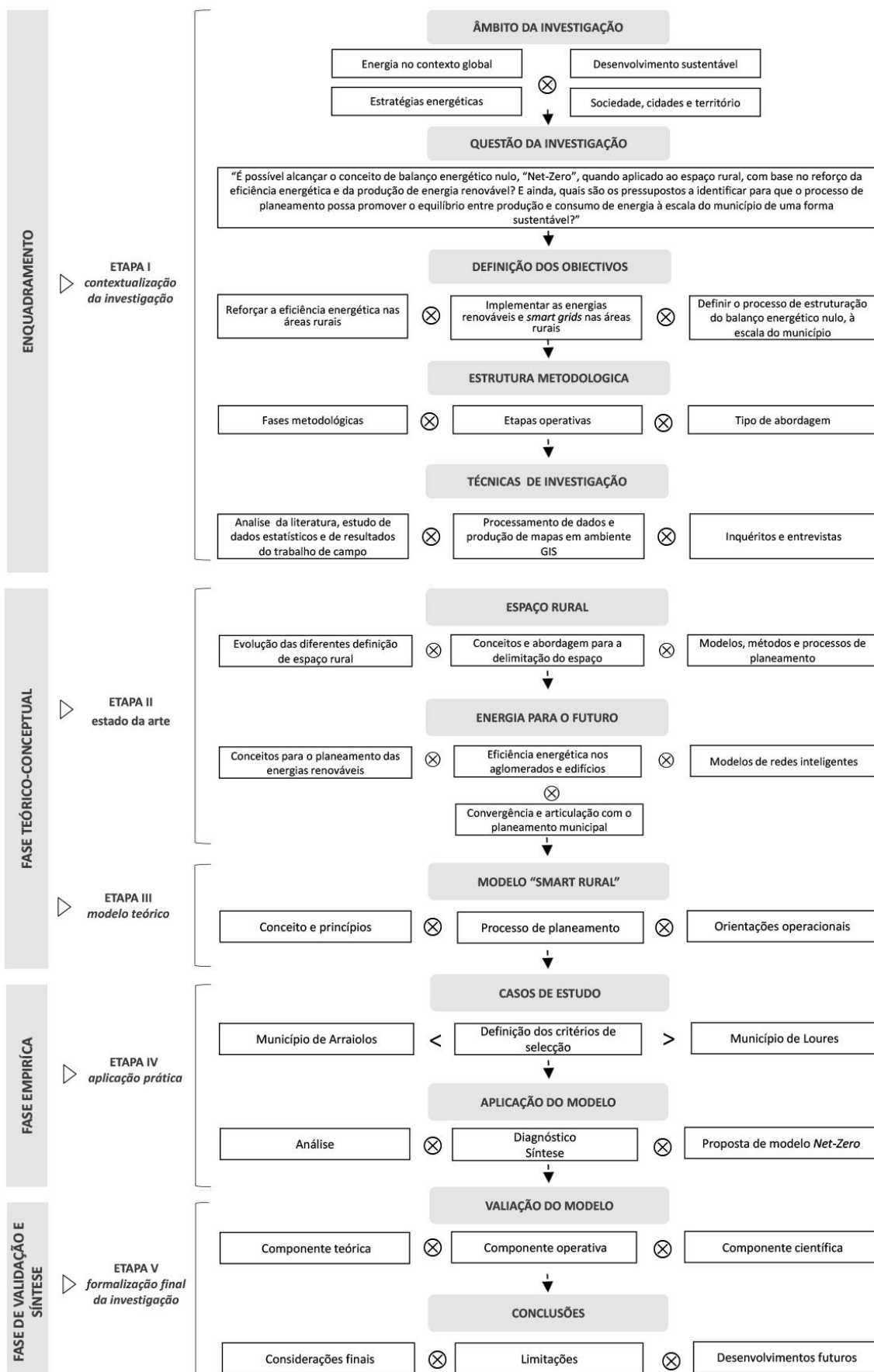


Figura 1: Desenho da investigação

Em conformidade com o desenho da investigação apresentado, a tese encontra-se organizada em cinco partes e em sete capítulos. As diferentes partes correspondem às etapas da definição das questões introdutórias, estado da arte, modelo teórico, aplicação a casos de estudo, conclusões e recomendações (Figura 2).

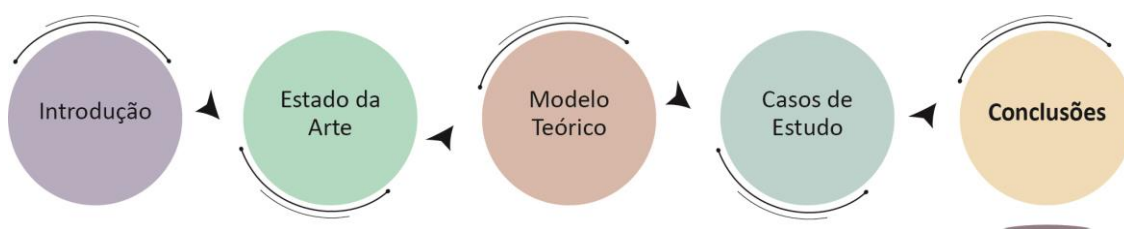


Figura 2: Esquema da organização da tese

Por sua vez, cada parte é composta por diferentes capítulos. O primeiro capítulo apresenta um conjunto de aspectos fundamentais da investigação que envolvem o tema, as principais questões e hipóteses, os objectivos, a estrutura metodológica, os meios necessários à sua concretização e o respectivo cronograma. O segundo capítulo desenha um percurso metodológico de análise e reflexão determinante para enquadrar o contexto de intervenção espacial e operativo da presente tese. A definição geral de espaço rural, quais os conceitos para a sua delimitação e como planear e intervir nele constituem um caminho lógico e consequente, tanto no plano teórico como no plano prático. No seguimento deste enquadramento, colocou-se a importante questão: “Espaço urbano e espaço rural: versus ou continuum?”. Um debate infundável que possibilitou perspectivas de interpretação diferentes à medida da contribuição que o planeamento e o seu processo prestam para a operacionalização do desenvolvimento e controlo do território. Por fim, a referência obrigatória às estratégias e programas nacionais, regionais, e locais, que representam o quadro fundamental para concretização de cada objectivo e acção a implementar no território nacional. No terceiro capítulo são abordadas as razões pelas quais a energia é considerada um dos pilares que suportam a qualidade de vida dos cidadãos, desempenhando um papel fundamental para o desenvolvimento da sociedade. Neste enquadramento, a interacção que se estabelece entre energias renováveis e redução dos consumos constitui o ponto de partida para reequacionar o modelo de desenvolvimento energético actual. A seguir, o entendimento da diversidade de factores e aspectos fundamentais que actualmente concorrem no plane-

amento das energias renováveis, em conjunto com o enquadramento do reforço da eficiência energética é uma etapa que surge com o intuito de sistematizar o quadro teórico existente sobre a temática e analisar os principais aspectos que irão ser operacionalizados posteriormente na concepção do modelo *SMART RURAL*. O quarto capítulo apresenta a parte criativa da investigação. A definição de um modelo teórico tem a função de apoiar a investigação pois, apesar de existir a falta de um método específico para o planeamento de áreas rurais energeticamente equilibradas, verifica-se que os territórios ainda são interpretados com base em formulações teóricas clássicas de autores como Geddes (1915), McHarg (1969), Friedmann, (1987) e abordagens mais recentes que se interligam com os princípios do desenvolvimento sustentável (Amado, 2009), e o conceito de sociedade em transição (Hopkins, 2008). A escolha deste conjunto de autores que se têm dedicado, ou estejam a dedicar-se ao desenvolvimento e planeamento do território constitui a base de referência para investigar, reflectir e articular as principais temáticas que se cruzam directamente com o contexto de construção teórica-metodológica do modelo *SMART RURAL*. O quinto e sexto capítulo apresentam a aplicação do modelo a dos dois casos de estudo: o Município de Arraiolos e o Município de Loures e a validação das componentes teórica, operativa e científica. A função destes dois capítulos resulta por isso na aplicação da metodologia elaborada de acordo com os conhecimentos adquiridos durante a fase de síntese do estado da arte. O sétimo capítulo apresenta as principais conclusões da tese a nível teórico-conceptual e prático e descreve a relevância e pertinência dos resultados face à contribuição do actual modelo de planeamento dos PDM's para a integração equilibrada e sustentável da produção de energias renováveis e o reforço da eficiência energética. Neste âmbito, são também apresentadas um conjunto de propostas para os desenvolvimentos futuros da investigação.

1.6 Cronograma

De modo a tornar evidente o programa de trabalho desenvolvido, considera-se importante apresentar o cronograma com a calendarização rigorosa das várias fases da investigação ao longo de todo o período de tese (Figura 3). Tendo em conta a importância que a transferência de conhecimentos coloca no âmbito de um processo de investigação como é o doutoramento, foram previstas acções para a divulgação do trabalho em conferências nacionais e internacionais e a produção de artigos científicos.

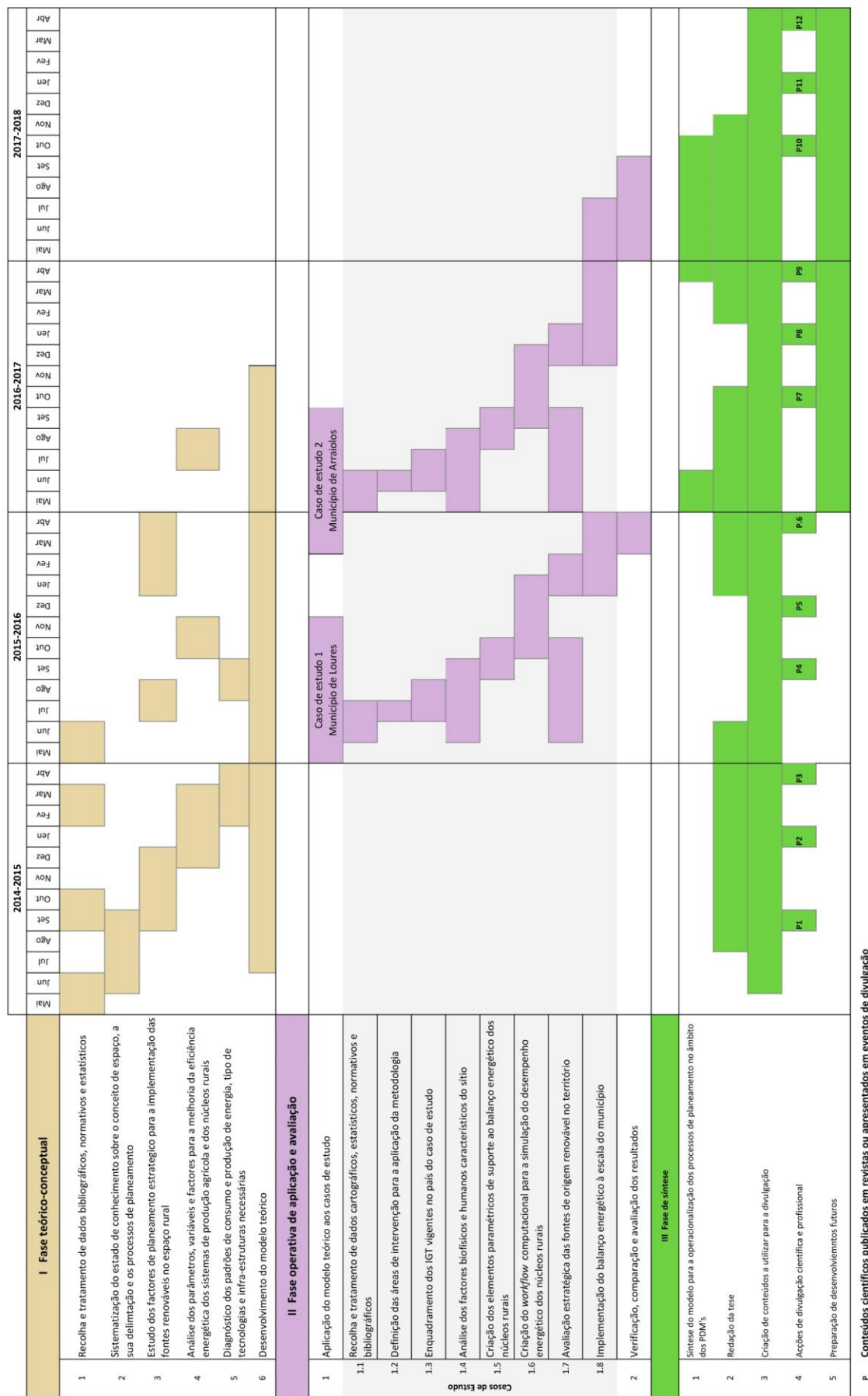
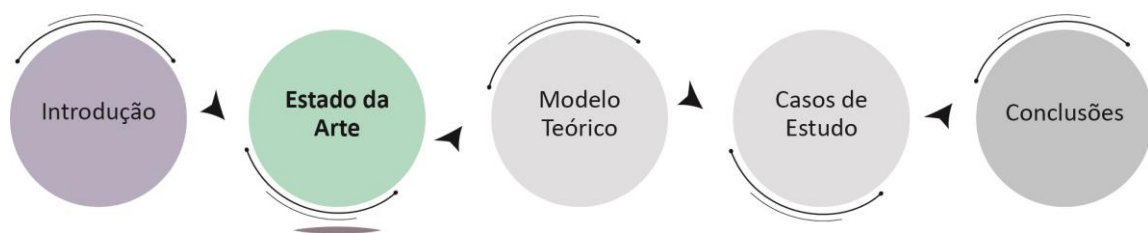


Figura 3: Cronograma e síntese das tarefas desenvolvidas

PARTE II



CAPÍTULO II | ESPAÇO RURAL

Poder-se-á perguntar se há um desenvolvimento urbano e um outro rural, ou se, pelo contrário, existe apenas, desenvolvimento.

Francisco Diniz, 2013

2.1 Introdução

Reflectir e discutir sobre a noção de espaço rural representa uma etapa fundamental no caminho heurístico que remete à questão da presente investigação. As nações, as cidades, a localização de recursos, a instalação de actividades, os factores ambientais, sociais e económicos têm um lugar, fixam-se no espaço. É um facto que o lançamento de pontes entre conhecimento e prática da Geografia e do Planeamento, surge hoje, como uma acção fundamental para a criação de novas espacialidades, que possam lidar com a complexidade da sociedade e das tecnologias em mudança e a distribuição da riqueza, dos recursos e os constrangimentos ambientais dos espaços e dos lugares (Haughton *et al.*, 2009).

Neste sentido, e sem querer apresentar uma colectânea exaustiva de todas as noções de espaço existentes na literatura, cabe, no entanto, referir, os múltiplos significados e diversas formas de definição, representação e delimitação que este termo tem assumido ao longo da história. Este capítulo desenha a evolução da definição de

espaço que as diferentes correntes de pensamento e práticas científicas têm vindo a desenvolver, num esforço de descodificação da sua multidimensionalidade e complexidade. Com o intuito de compreender os conceitos fundamentais de delimitação, é apresentada a “gramática do espaço” que suporta as diferentes formas de moldar a construção dos territórios, que por sua vez definem o espaço rural, partindo das perspectivas conceptuais e metodológicas.

Após esta primeira análise, apresenta-se uma descrição e discussão rigorosas de um conjunto de questões fundamentais:

- O que é urbano e o que é rural?
- Quais são as respectivas formas de apropriação destes dois espaços por parte das comunidades humanas?
- Quais são as abordagens desenvolvidas pelas diferentes disciplinas que actuam na concepção, organização e ordenamento do espaço urbano e rural?

O convite à reflexão sobre a evolução entre urbano e rural é tanto mais necessário, ainda que por razões diferentes, quanto a tendência actual perpetua o prevalecer do processo de urbanização do território e privilegia a gestão e o ordenamento das áreas urbanas.

Assim, uma vez que a maior parte da Terra já sofreu os efeitos da intervenção humana, a dicotomia “Urbano *versus* Rural” surge como uma questão importante de se levantar, para identificar que tipo de interdependência tem vindo a relacionar o espaço urbano e o rural ao longo do tempo, cujo debate se mantém infundável e de grande actualidade.

2.2 Definição de espaço

Estabelecer uma definição de espaço é algo que não pode limitar-se a sintetizar as suas diferentes representações e conceber a sua multiplicidade sob a forma de um conhecimento único (Gray, 1989).

De facto, espaço real e espaço percebido, espaço fenomenológico e espaço cognitivo, espaço ideal e espaço material, para citar alguns exemplos, são expressões frequentemente utilizadas em Geografia como noutras disciplinas. Subjacente a esta diversidade e pluralidade de possíveis atributos do espaço, acrescenta-se um conjunto

de conceitos complementares como: lugar, região, ambiente, localizações, que por sua vez, apresentam natureza semântica diferente de acordo com a perspectiva de análise espacial adotada (Earle, Mathewson e Kenzer, 1995).

Pela complexidade e vastidão desta temática ressalta, desde logo, a necessidade de estabelecer um fio condutor lógico da evolução das noções de espaço definidas pelas diversas orientações epistemológicas e disciplinas científicas ao longo do tempo. Experiência integrante do desejo e necessidade do ser humano de conhecer o seu espaço, a Filosofia foi a primeira disciplina a analisar a relação complexa entre tempo, espaço e homem, relação essa, que veio a influenciar a evolução da Geografia e afirmar a sua relevância no modo de abordar o espaço (Teixeira de Godoy, 2010). Analisando as diferentes correntes de pensamento filosófico que, desde o naturalismo do período clássico ao criticismo do Iluminismo, têm vindo a interligar filosofia, Geografia e Planeamento, pretende-se então sintetizar os conceitos fundamentais desenvolvidos sobre a definição de espaço e compreender como os mesmos, se enquadram nas diferentes abordagens até aos nossos dias.

2.2.1 A afirmação das disciplinas sobre o espaço até ao século XX

No Ocidente, durante os séculos XIX e XX, o desenvolvimento de novas teorias sobre o espaço seguiu um processo complexo e fortemente influenciado pela confluência dos três grandes acontecimentos da segunda metade do século XVIII: o Iluminismo, a Revolução Francesa e a Revolução Industrial (Gil e Carneiro, 2006).

O Iluminismo, ao despertar o interesse pelo ambiente e as ciências, questionando a relação entre o Homem e a Natureza, influenciou de forma directa o advento da Geografia, como ciência moderna para a descrição da Terra (Laboulais-Lesage, 2002). Segundo Barbosa e Nunes, (2011), a génese da Geografia Moderna passa obrigatoriamente pela postura científica e analítica de Humboldt atrelada à paisagem e pelo método de sistematização e comparação dos dados, desenvolvidos por Ritter. No entanto, atribuir a emergência da Geografia moderna às obras destes dois autores, é uma afirmação que deve ter em conta a importância do saber científico anteriormente produzido que influenciou grande parte destas fontes temáticas e metodológicas (Gomes, 1996). Insatisfeito com a praxis científica do século XVIII, Humboldt funda as próprias

teorias no carácter integrador da realidade, desenvolvendo métodos para abordar a complexidade que envolve a relação entre o Homem e a Natureza (Silveira e Vitte, 2010). Deste modo, Humboldt, formulando e aplicando dois dos principais fundamentos da Geografia: o princípio de Causalidade⁵ e o princípio de Geografia Geral⁶, abre o caminho à emergência da Geografia moderna como ciência original.

Na melhor tradição do empirismo científico, Humboldt estabelece paralelos entre espécies vegetais e localização geográfica, de forma a determinar a fisionomia de uma zona, intimamente ligada ao desenvolvimento e à evolução dos seres humanos que aí habitam (Mendes e Fragoso, 2008). A vegetação, variando em função da latitude e dos grandes conjuntos continentais, é segundo Humboldt, o elemento da paisagem que melhor permite situar um lugar na superfície do Globo (Ribeiro, 2001). Deste modo, relacionando as grandes estruturas físicas e as actividades humanas, a paisagem é entendida como espaço onde é possível observar as relações da Natureza, da presença do Homem e da Sociedade, entrando como objecto de estudo específico da Geografia (Lema, 1999). Na abordagem destas temáticas, Humboldt sistematiza a divisão das ciências naturais, inspirada pelo pensamento kantiano, classificando-as em:

- Fisiografia ou descrição da terra;
- *Historia telluria*, historia da geologia da terra;
- *Geonosia* ou Geografia física (Beck, 1982).

A transdisciplinaridade através da qual Humboldt aborda as questões da Geografia, equacionando os problemas a vários níveis, traduz-se numa abordagem holística mas também ecológica, consubstanciada no paradigma do Desenvolvimento Sustentável, que imprime ao seu contributo um carácter de grande actualidade e relevância (Firmo, 2008).

⁵ Princípio de Causalidade – foi Humboldt quem primeiro elaborou o conceito das terras frias, temperadas e quentes, para designar as paisagens por ele observadas, baseado na identidade das formas vegetais consoante a analogia do clima (Mendes e Fragoso, 2008).

⁶ Princípio de Geografia Geral – formulação de leis que sejam válidas para circunstâncias semelhantes (Mendes e Fragoso, 2008).

Ritter, tal como Humboldt, pretendia estabelecer as novas bases de um saber organizado e metodologicamente rigoroso. A sua formação fortemente eclética e influenciada pela Filosofia da Natureza romântica e pela Hermenêutica, proporciona as bases para uma abordagem à Geografia, que considera a ligação com a História fundamental para compreender os elementos naturais e humanos em constante processo de transformação e não como um dado imutável. Nesta óptica a Terra é considerada o teatro da história onde a Natureza e a Sociedade são uma unidade ou seja elementos integrados e não admitidos isoladamente (Silveira e Vitte, 2010). Para Capel, (2012), Ritter, diferentemente de Humboldt, considera não só as relações naturais na perspectiva da superfície terrestre, mas, igualmente, estas em conexão com a vida do homem. Mais ainda, Ritter desenvolve uma abordagem indutiva-quantitativa, que compara áreas diferentes com o fim de identificar as suas características comuns, e uma abordagem dedutiva que analisa cada área separadamente com o fim de identificar os padrões diferenciadores e assim classificar as áreas de acordo com as características específicas e dentro de um quadro de características que são comuns a todas (Silveira e Vitte, 2010). O campo de ligações e explicações destes factores superficiais, nas perspectivas de unidade e de método de sistematização e comparação, elaboradas por Ritter, revelam uma utilidade científica incontestável no âmbito da abordagem prática ao espaço e para os desenvolvimentos posteriores da Geografia.

Depois da morte de Humboldt e Ritter, que se verificou em 1859, o mesmo ano da publicação da Origem das Espécies de Darwin, teve início um período de rápidas alterações no ambiente económico, social e político da época (Holt-Jensen, 2009). A importância de Darwin para a Geografia e sobretudo a sua influência no determinismo, associado ao aspecto mesológico que todos os fenómenos são o resultado de causas externas actantes, é evidente na obra de Ratzel (Gomes, 1996). Nesta lógica, Ratzel desenvolve análises sobre as dinâmicas territoriais, tentando definir modelos explicadores e leis reguladoras que regem a influência do meio ambiente sobre as sociedades. É por causa desta perspectiva que Ratzel é considerado o fundador de um novo capítulo da Geografia: a Geografia Humana. Por outro lado, é possível afirmar que Ratzel complementa as teorias de Humboldt e Ritter, para os quais o espaço consistia em estudar

e analisar respectivamente a forma e as funções, acrescentando a importância da estrutura, da relação e da organização. Citando uma frase da sua obra *Political Geography*, publicada em 1897, “The state an organism attached to land”⁷, é evidente a analogia do Estado⁸ como organismo, inspirada pelas ciências naturais e pela perspectiva de unidade da Natureza introduzida por Ritter. Desta posição surgem as bases do conceito de Região, como um conjunto único e funcional que será desenvolvido mais tarde pelo geógrafo francês Vidal de la Blache dando início à Geografia Regional (Holt-Jensen, 2009). Mais ainda, é nesta obra que Ratzel desenvolve as bases da Geografia Política entendida como estudo sistemático da dimensão geográfica da política, no qual os conceitos de espacialidade e territorialidade do Estado estabelecem que um povo não pode dissociar-se do espaço, ou melhor, do território. Nesta lógica, Espaço e Geografia e Tempo, História e Acção estão interligados na noção de “Espaço-Território” que é necessariamente ocupado, organizado, e mesmo delimitado pelo poder, salientando que o mesmo poder é igual ao somatório do Espaço com a Posição (Gomes, 1996). A perspectiva rigorosa, objectiva e geral que emerge desta abordagem marca a entrada definitiva da Geografia na modernidade científica e constitui o ponto de partida da ciência (Neo)Positiva e da Geografia Regional (Gomes, 1996).

A Revolução Industrial, aliando o desenvolvimento científico e tecnológico à economia de mercado, é o acontecimento que permite o surgimento e consolidação do Capitalismo (Gil e Carneiro, 2006). No âmbito do sistema capitalista, o "espaço abstracto", entendido como o espaço produzido pelas transacções económicas e políticas do Estado, tem influenciado as correntes de pensamento geográfico no que se refere às práticas espaciais necessárias para a mercantilização e burocratização dos circuitos internacionais e às representações do espaço para o suporte dos processos de planeamento e governança (Agnew, 2011). Com o desenvolvimento das teorias mercantilistas e fisiocratas, o espaço começa a ser considerado uma variável exógena, articulado, no primeiro caso, com o processo de circulação e de trocas económicas da expansão mercantil e, no segundo caso, visionado de forma autónoma em relação à localização de

⁷ (Holt-Jensen, 2009).

⁸ Ratzel definiu Estado “como um organismo que reúne uma fracção da humanidade numa fracção de solo, donde as suas propriedades decorrem das do povo e das do solo” (Chauprade e Thual, 1998, p. 604 e 605).

homens e de actividades, nomeadamente da agricultura como função permanente e contribuindo para a valorização mercantil. Em ambos os conceitos, estava subjacente o propósito de relações de interdependência e complementaridade, não se definindo explicitamente a identidade do espaço social, mas sim uma consciência da territorialidade das relações mercantis (Lema, 1998).

Por outro lado, a emergência do modelo nacional de conformação do Estado, que surgiu a partir da Revolução Francesa, atribui um significado político novo ao espaço, sendo que, a imagem do Estado deixa de ser gradualmente associada à uma figura política individual para tornar-se aquela de um território (Gomes, 1996). O conceito de espaço começa a ser assim relacionado com a necessidade de informação, observação e fundamentação empírica do conhecimento do território, tendo em vista proporcionar elementos favoráveis à sua organização, numa perspectiva de carácter económico, social e institucional (Lema, 1998; Moreira, 2010).

Os aspectos acima referidos, constituem os pressupostos para o território ser não apenas um espaço físico, mas também relacional, assumindo a função de suporte para o desenvolvimento dos processos sociais e económicos. Esta nova perspectiva sobre o espaço, situada no extremo de contacto entre actuação descritiva e exigências práticas, é assim marcada pela afirmação de disciplinas de natureza operativas: o planeamento, o ordenamento e a gestão do território (Phelps e Tewdwr-Jones, 2008). Mais ainda, a necessidade de articular os fins de natureza descritiva, prática e operativa entre as diferentes disciplinas, adquire uma importância infindável para a resolução dos problemas urbanos originados pela Revolução Industrial e o acentuado crescimento das cidades. É pois, neste período que emergem progressivamente novas concepções de cidade⁹, marcadas pela racionalidade da forma e do desenho, em resposta à necessidade de controlar a expansão dos territórios urbanos e permitir o desenvolvimento da sociedade (Secchi, 2000). Deste modo, o Urbanismo, como conjunto de técnicas utilizadas no ordenamento das cidades, surge como disciplina para “planificar” as cidades de forma

⁹ Entre os exemplos mais notáveis, citam-se: o Plano de Extensão de Barcelona de Cerdá (1859), o modelo de Cidade Jardim de Howard (1898), o modelo de Cidade Linear de Arturo Soria (1920) (Secchi, 2000).

mais racional, ou melhor, o mais cientificamente possível, para “actuar”, apesar das limitações da propriedade privada, para “ordenar”, ou seja predefinir e impulsionar as expansões periféricas e as renovações (Ascher, 2010).

Após esta análise é possível afirmar que até ao final do século XIX, a sociedade viveu um período de grandes mudanças que se reflecte numa fase de desenvolvimento epistemológico e deontológico particularmente importante para todas as disciplinas. A noção de espaço começa a ser relacionada com as questões mais cruciais suscitadas pela sociedade moderna: a relação Homem-Natureza, a conexão dos fenómenos na superfície da Terra, a influência da Natureza sobre a Cultura. A organização espacial das sociedades humanas e das suas actividades, a todos os níveis ou patamares, institui-se como um pressuposto essencial para o desenvolvimento, tendo potenciado o papel da Geografia no Planeamento (Mafra e Silva, 2004).

É possível concluir-se que, a partir deste momento, a Geografia e o Ordenamento e Planeamento do Território, afirmam-se como as disciplinas de maior relevância para a progressiva construção da centralidade do pensamento espacial e dos diferentes processos para a sua representação, interpretação, delimitação e intervenção. Por sua vez, o Urbanismo, suportando os conceitos de concretização espacial de “Planificar, Actuar e Ordenar”, passa a desempenhar um papel fundamental na abordagem à categoria de espaço e que mais influenciará as trajectórias futuras de desenvolvimento: o Espaço Único da Cidade.

2.2.2 O espaço do século XX: entre Geografia, Planeamento e Urbanismo

A viragem do século XIX para o século XX, foi a ocasião para consolidar as abordagens interdisciplinares à noção de espaço, decorrentes dos extraordinários progressos realizados nos cem anos que acabavam de se esgotar e imprimir uma aceleração ao processo de modernização em curso. Ao longo de todo o século XX, o processo de individualização, especialização e articulação da noção de espaço operado pelos geógrafos, planeadores e urbanistas, resulta de uma permanente tensão dialéctica, redefinindo-se sob a influência antagónica das teorias possibilista/regional, (neo)positivista, da Geografia quantitativa, estruturalista, humanista, marxista-radical e mais recentemente da Geografia pós-estruturalista. Assim, nos primeiros 30 anos do século XX, a relação entre

Natureza e Homem foi ainda mais reforçada pela corrente do Possibilismo, suportada no princípio da “contingência em tudo o que se refere ao homem” e na noção de liberdade humana em relação ao meio, segundo a qual o homem utiliza as possibilidades que a natureza oferece de acordo com as suas necessidades e depois de uma decisão livre e conscientemente tomada (Lema, 1999). Os princípios do Possibilismo¹⁰ influenciaram de forma determinante o pensamento do geógrafo francês Vidal La Blache, segundo o qual a relação entre ser humanos e a Natureza, estabelecida ao longo dos séculos, determina características espaciais únicas que constituem as bases para a delimitação das diferentes regiões (Holt-Jensen, 2009).

Com as teorias de Vidal de la Blache, assiste-se à afirmação da Geografia Regional como mais um ramo especializado da Geografia sendo que, como evidencia Ribeiro, (1995), “a análise de elementos separadamente é o objectivo da Geografia Física e da Geografia Humana; a acumulação das observações mostra a importância das relações locais, de uma variedade ainda mal sistematizada, dos tipos de extensão mais ou menos limitada ressaltando o largo papel dos estudos regionais”. No entanto, a posição fulcral do Possibilismo “There are no necessities, only possibilities”¹¹, idealizada por Febvre (1922) e reinterpretada no âmbito da Geografia por Vidal de la Blache, reflecte a natureza vaga deste pensamento que inviabiliza a formulação de teorizações e generalizações causais. Assim, sob a influência da corrente filosófica do Positivismo, a natureza essencialmente descritiva da Geografia que, até os anos 50, favorecia a interpretação da paisagem natural e humana e valorizava as particularidades das regiões e lugares, foi posta em causa (Kitchin, 2006).

O princípio da revolução metodológica, que irá ocorrer na Geografia a partir de 1950, tem origem na teoria dos lugares centrais de Christaller (1933). A modelação matemática e estatística e os modelos espaciais resultantes, bem como a concepção do espaço como superfície geométrica, elaborados por Christaller, deram um contributo determinante, para a teoria da Geografia começar a adquirir metodologias específicas e

¹⁰ De facto, foi o historiador francês Lucien Febvre (1922) que primeiramente elaborou o termo Possibilismo, em oposição ao Determinismo ambiental, influenciando o pensamento de Vidal de la Blache (Holt-Jensen, 2009: 45)

¹¹ Cfr: Holt-Jensen, (2009).

explicar os padrões e processos espaciais de forma científica (Gomes, 1996). O período que se seguiu à Segunda Guerra Mundial, constitui um momento de grande dinamismo conceptual e metodológico, e que pode ser enquadrado numa perspectiva de retomar os valores científicos da concepção. Neste enquadramento, o Positivismo, considerando os dados obtidos empiricamente como objectos fundamentais do conhecimento, surge com o intento de explicar os fenómenos sociais através da utilização de princípios e métodos científicos, desenvolvidos pelas ciências naturais e exactas (Kitchin, 2006). O contributo mais significativo da lógica positivista, no que se refere à noção de espaço, reflecte-se no surgimento da Ciência Espacial e na Revolução Quantitativa¹² que lhe veio no encalço, com o objectivo de dar respectivamente, suporte metodológico-analítico e robustez explicativa-preditiva à Geografia enquanto disciplina científica (Holt-Jensen, 2009; Queirós e Vale, 2013).

Em 1960, a abordagem ao espaço foi caracterizada pelo desenvolvimento de análises dos padrões espaciais, onde as regiões e os lugares do ponto de vista físico e humano, eram representados cartograficamente como entidades bem definidas, e onde se distinguia claramente o urbano e o rural, traço presente desde os primórdios do planeamento (Queirós e Vale, 2013). Segundo Bunge, (1966) e Haggett, (1965), a Geografia deste período afirma-se então como ciência das relações espaciais, sendo a geometria a sua linguagem. Deste modo, um fenómeno é identificado através de padrões espaciais geométricos, enquanto a sua posição relativa no espaço é considerada o factor responsável pela sua ocorrência. O conceito da relatividade da posição espacial, suporta uma noção do espaço, entendido não como contentor que delimita a totalidade do território ou da paisagem, mas sim como um sistema de relações baseado no parâmetro da distância entre objectos (Hard, 1973). A definição de estruturas espaciais, que confirmam esta abordagem, é evidente no diagrama elaborado por Hagget (1965), e apresentado na Figura 4.

¹² O termo “Revolução Quantitativa” foi cunhado pelo geógrafo canadiano Ian Burton em 1963 (Holt-Jensen, 2009).

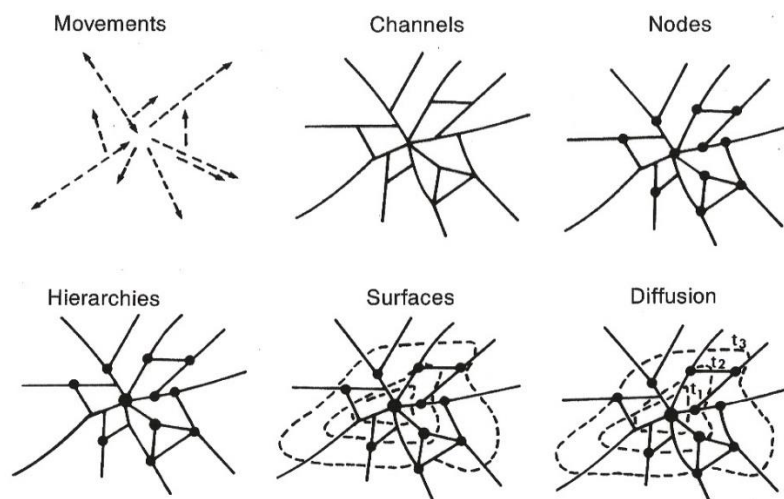


Figura 4: Modelo de Haggett (1965) para o estudo do sistema espacial
Fonte: Holt-Jensen, (2009)

Este modelo representa um exemplo do processo de desagregação de uma região funcional, operado através de seis elementos de natureza geométrica: movimentos, corredores, nós, hierarquias, superfícies e difusão (Haggett, 1965).

Com vista ainda ao enquadramento da noção de espaço neste período, é importante referir como a sistematização dos padrões espaciais, proporcionada através de imagens icónicas, mapas e diagramas, teve e continua a ter, uma grande importância nos domínios do planeamento territorial e regional em geral e do urbanismo em particular. Os planeadores, pela orientação desta abordagem geográfica, descobriam as regularidades espaciais, a ordem hierárquica, a área de influência, os nós e as redes, e outros conceitos garantindo a objectividade e rigor entendidos como necessários à actividade de planeamento à escala do território (Queirós e Vale, 2013). Por outro lado, os objectivos urbanísticos estabelecidos pela Carta de Atenas¹³ em 1933, encontravam agora, na Geografia Quantitativa, contributos fundamentais que levaram ao desenvolvimento dos conceitos de zonamento e definição de classes de espaços, fundamentais para planear as cidades (CIAM, 1933).

No entanto, a atenção excessiva para as análises estatísticas, o mapeamento e a construção de modelos matemáticos, que tornou a natureza do espaço absoluta, rígida e sem nexos de causalidade, determinou nos anos 70, um quadro de crítica geral da

¹³ A Carta de Atenas define como objectivos do urbanismo: a ocupação do solo, a organização da circulação e a legislação (CIAM, 1933).

abordagem quantitativa pelo que a corrente Neopositivista entrou em crise (Holt-Jensen, 2009). Segundo Minshull, (1970), Sack, (1972) e Holt-Jensen, (2009) , o que estava a ser posto em causa era a informação perfeita, baseada em espaços isotrópicos que os modelos disponibilizavam para a fase de tomada de decisão, desvalorizando factores como a história, a dimensão social e individual. Com efeito, os contributos para a redefinição das questões, metodologias e práticas da disciplina geográfica, advieram de outras linhas de pensamento, interligadas às alas estruturalistas, humanistas e marxistas radicais, em oposição à abordagem modernista. Este processo de crítica está directamente ligado ao conceito da “human agency”¹⁴ teorizado por Giddens (1994), que coloca a ênfase nas pessoas, associando-as ao significado, à imaginação, à auto-reflexão. Esta abordagem junta-se à corrente intelectual humanista na Geografia, propondo a adopção de metodologias qualitativas para captar a complexidade dos sistemas sociais. Deste modo, e segundo Fosso, (1997) e Holt-Jensen, (2009), o espaço relativo do Neopositivismo é aqui ultrapassado pelo espaço relacional, ou seja, um espaço definido como fenómeno social e condição necessária que, por sua vez, é uma consequência da acção humana e não uma causa.

Por outro lado, o marxismo aceita o conceito estruturalista de agente que responde à uma estrutura e identifica uma variedade de processos sociais entre os quais, por exemplo, a formação da classe trabalhadora industrial, as lutas pelos direitos civis, a desvalorização do trabalho feminino, etc., que não eram captados através das lentes dos modelos espaciais (Queirós e Vale, 2013). Nesta linha, o espaço é considerado como socialmente produzido e consumido e politicamente utilizado, sendo, que no âmbito do planeamento, a questão começou a centrar-se em como as práticas sociais e individuais criam e utilizam espaços diversificados. Neste contexto, é importante referir como a década de 1970 ficou igualmente marcada pelo processo da globalização, que induziu as condições necessárias para a ascendência de novos territórios estratégicos: as regiões e

¹⁴ O termo “Human Agency” surge no âmbito da teoria do Estruturalismo elaborada por Giddens (1984), que muda o paradigma da abordagem epistemológica das correntes passadas para uma orientação mais ontológica em relação à sociedade humana (Holt-Jensen, 2009).

as cidades. Mudando as estruturas hierárquicas, os impactos da globalização e da modernização da sociedade levam a que esses novos territórios devam ser considerados como áreas controladas dentro da totalidade do espaço (Queirós e Vale, 2013).

Em 1990, o pós-estruturalismo, a última das correntes do século XX, ganhou preponderância sobre as abordagens anteriores, relevando a contingência geográfica e o espaço relacional, associando-se à tradição interpretativa das ciências sociais (Davoudi e Strange, 2008). O pós-estruturalismo, anuncia assim o fim dos tempos modernos, e define um novo ciclo que procura ir mais além na compreensão dos lugares e espaços do quotidiano, inquirindo como se produzem e reproduzem. A abordagem pós-estruturalista desconstrói as dinâmicas urbanas e territoriais de forma a evidenciar a pluralidade de sujeitos que habitam as diferentes realidades urbanas, sublinhando as necessidades sociais (Governa e Memoli, 2011). Deste modo, a leitura que faz dos fenómenos tende, por exemplo, à crítica do pensamento dicotómico (homem/mulher, ocidente/oriente, heterossexual/homossexual, etc.) mostrando assim que o mundo é culturalmente construído e não se enquadra facilmente num sistema binário de categorização (Queirós e Vale, 2013). Na perspectiva de Davoudi e Strange, (2008), a forma como o pensamento espacial e o planeamento responderem a estes debates está bem retractado na “Escola de Los Angeles”, através do trabalho de Dear e Soja, durante as décadas de 1980 e 1990. Rejeitando noções universais e binárias de espaço e lugar, Dear (1988) e Soja (1989) defendem a identidade, a linguagem e a diferença na base da conceptualização dos lugares e do papel do espaço que produz e é produto de relações e não de estruturas pré-definidas (Queirós e Vale, 2013). Neste contexto de procura de identidade dos lugares, das especificidades culturais e das suas redes de relacionamento, o planeamento alarga-se a outros temas, dando peso à história, ao valor patrimonial e ambiental dos lugares (Haughton *et al.*, 2009). Simultaneamente, liberta-se da procura da ordem hierárquica de organização dos lugares de Christaller, em favor do policentrismo; abandona as certezas quanto ao futuro, focando as incertezas e definindo cenários; perde a rigidez das funções reguladoras do quadro normativo valorizando a dimensão estratégica e, como tal, torna-se flexível e interpretativo (Queirós e Vale, 2013).

2.2.3 Um conceito em mudança: o espaço síntese contemporâneo

As perspectivas sobre a noção de espaço apresentadas, mostram como esta tem vindo a ser conceptualizada e abordada de forma variada e por vezes antagónica ao longo das diferentes épocas (Figura 5).



Figura 5: Evolução conceitual da noção do espaço
Fonte: adaptado de Holt-Jensen, (2009)

Este processo pode ser interpretado como a expressão dos diferentes polos epistemológicos da actividade científica, que têm vindo a ser desenvolvidos no âmbito da Geografia ao longo das épocas (Figura 6).

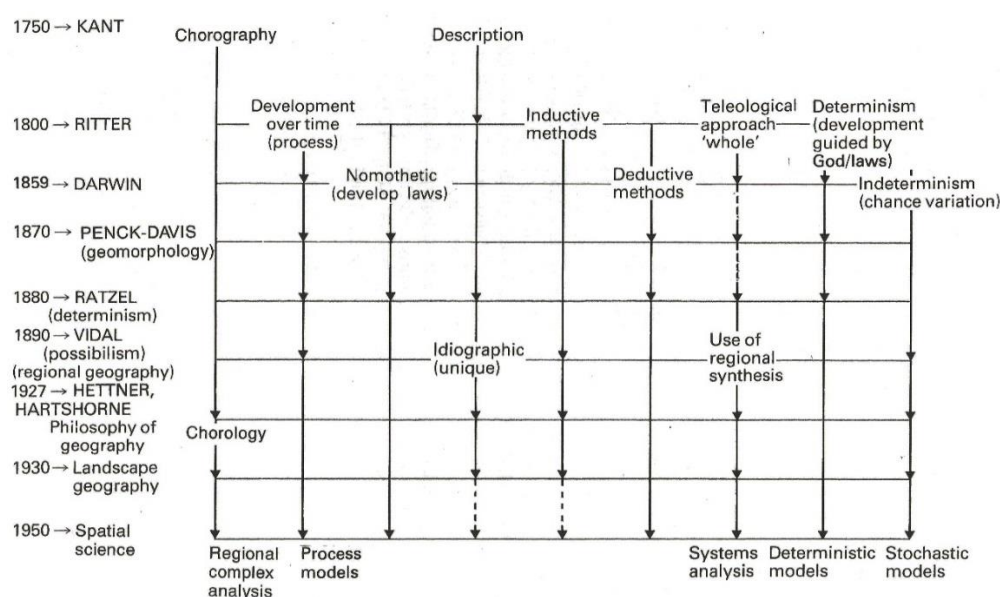


Figura 6: Polos epistemológicos da actividade científica de 1750 a 1950
Fonte: Holt-Jensen, (2009)

De resto, importa reflectir sobre a dualidade fundamental entre as abordagens de natureza ortodoxa e integrada que, de uma certa forma têm vindo a relacionar Geografia e planeamento às suas diferentes escalas e âmbitos. Neste sentido, a Figura 7 mostra as intersecções disciplinares, através das quais o espaço pode ser abordado a partir da geografia até constituir-se informação e/ou base de suporte útil para o planeamento.

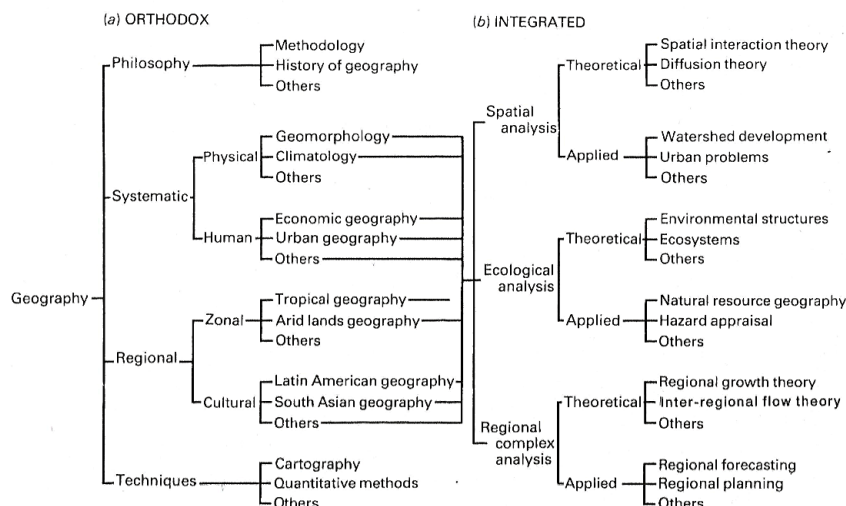


Figura 7: Intersecções disciplinares de natureza ortodoxa e integrada no âmbito da Geografia
Fonte: Holt-Jensen, (2009)

No contexto actual, o espaço fluído das redes e das fronteiras contingentes realça a visão do espaço das conectividades (Davoudi e Strange, 2008). As Tecnologias De Comunicação e Informação (TIC) e a evolução dos diversos meios e sistemas de transportes, contribuíram de facto para aproximar os territórios provocando alterações importantes na relevância da distância e no significado da Geografia. Neste sentido, é emblemática a reflexão de Bergeijk (2009) sobre a progressiva virtualização e digitalização das relações económicas, que eliminando as distâncias e o seu significado, subentende de uma certa forma como o espaço contemporâneo representa o fim da distância. Todavia, a diversidade de interpretações das espacialidades da sociedade contemporânea também é reveladora de um pluralismo que é em si mesmo um valor a preservar, possibilitando uma mudança contínua de sistemas e culturas de planeamento (Friedmann, 2011). Assim, e segundo Haughton *et al.* (2009), os processos actuais de planeamento criam novas espacialidades e uma multiplicidade de enfoques no estudo dos lugares, todavia, encontram-se neles alguns pontos comuns: abordagens reflexivas e flexíveis, para lidar com a complexidade da sociedade e das tecnologias em mudança e com a distribuição da riqueza, dos recursos e os constrangimentos ambientais dos espaços e lugares. O planeamento, na actualidade, recorre a uma grande diversidade de mapas usados no processo, desde os mapas topográficos de base, aos mapas de análise espacial assentes em software de SIG para analisar tendências e cenários até ao mapa final (Dühr, 2006). Mas as mudanças são também processuais e, como evidenciado ao longo destes parágrafos sobre a definição de espaço, acompanham a evolução da sociedade

que, por sua vez, se reproduz em transformações espaciais e exigências epistemológicas e metodológicas no âmbito da Geografia e do Planeamento, materializando um conceito em contínua mudança e ainda indefinível de forma rigorosa: o espaço síntese contemporâneo.

2.3 Conceitos de delimitação

As reflexões apresentadas na secção anterior servem de suporte para a compreensão das diferentes noções que o espaço assumiu desde que se constituiu na sua relação estrita com a história da humanidade. Assim, e segundo Soares (2013), os espaços têm especificidades próprias, mas definem-se sobretudo a partir do seu ambiente envolvente, podendo estar inscritos em dinâmicas locais, ou de relações que se encontram para além de uma percepção imediata. Este enquadramento sobre as principais direcções conceptuais que influenciaram a abordagem à noção de espaço constitui um referencial incontornável, para reflectir sobre os conceitos de delimitação adoptados nas épocas mais recentes.

A noção de fronteira, limite, *terminus* não só é algo inerente ao conceito de espaço e à dimensão, é o significado que este representa, como também constitui um elemento que molda a construção dos territórios, na medida em que estabelece linhas de separação/união e impõe, de forma mais ou menos intensa consoante os casos, um efeito barreira (Caramelo, 2013). De facto, a noção contemporânea de espaço é ainda considerada multidimensional e complexa, pelo que os sistemas de classificação tendem a tornar esta realidade mais inteligível. É nesse esforço de descodificação que surge uma tendência para representar o espaço numa lógica binária: centro-periferia, interior-exterior, público-privado, rural-urbano (Fernandes, 1992). O território, enquanto materialização do Estado, vê o seu papel formalizado através da tendencial especialização funcional das várias componentes espaciais e as intensas relações de interdependência que aí se verificam e desenvolvem. Com efeito, a necessidade de uma gestão integrada tem levado ao surgir de formas de delimitação operacionais que se processam às mais diversas escalas e que respondem a diferentes critérios e métodos de base geográfica, estatística, teórica ou administrativa.

Nesta secção pretende-se assim demonstrar a importância da delimitação, tendo como campo de análise o contexto português. Para tal, parte-se de uma reflexão transversal acerca das formas de delimitação de territórios que suportam os processos de ordenamento e planeamento, com vista aos contributos que se pretendem dar com esta investigação às linhas de estruturação “Net-Zero” do espaço rural, à escala do município. Os conceitos de delimitação que a seguir se apresentam, têm por base a análise cronológica-sequencial relativa à evolução da noção de espaço que se referiu na secção precedente. Deste modo, pretende-se sistematizar os diferentes conceitos de delimitação que conferem especificação e diversificação ao espaço, evidenciando-se a hierarquia e o papel que desempenham nos processos de planeamento.

2.3.1 Delimitação de regiões em Portugal: uma breve síntese

No início do século XX, a definição de Região, referida por Vidal de la Blache (1910) no seu artigo “Régions Françaises”¹⁵, determinou uma mudança substancial no enquadramento espacial dos territórios que, até então, não tinha em conta os factores político-administrativos e legais que estão na base dos modelos de governança territorial. Mais recentemente, e em linha com a perspectiva de natureza relacional, delineada por Vidal de la Blache, o termo Região passou a ser utilizado para definir as áreas da superfície terrestre, que apresentam padrões distintos e internamente consistentes, no que concerne aos aspectos da Geografia física ou humana, que lhe conferem uma unidade significativa e as distinguem das áreas envolventes (Goodall, 1987). Esta noção é complementada por Bailly e Beguin (1998) que sublinham que a Região é, ao mesmo tempo, um espaço económico organizado, um espaço natural e um espaço existencial (Medeiros, 2013). No entanto, a questão da delimitação de regiões, dependendo da natureza do contexto espacial e da escala de análise, resulta dum processo holístico, por vezes ambíguo, que pode assentar em vários factores de índole geográfica, histórica, económica, física, social, administrativa, política ou funcional.

¹⁵ Neste artigo, Vidal de la Blache avança com uma proposta de divisão regional da França em 17 regiões salientando a necessidade de delimitar áreas em torno de núcleos, capazes de estabelecer sistemas de relações que permitam a identificação das futuras áreas de influência dos grandes centros urbanos (Brennetot e Ruffray, 2014).

A este respeito, de acordo com Lopes (1995: 31), refere-se como “a região é para alguns uma entidade real, objectiva, concreta, que pode ser facilmente identificada, quase que uma região natural; para outros não é mais do que um artifício para classificação, uma ideia, um modelo que vai facilitar a análise permitindo diferenciar espacialmente o objecto de estudo”. De acordo com este autor, a região não tem de ser o resultado de restrições de factores associados à dimensão, mas a razões de contiguidade, ou seja os elementos que a compõem têm de se localizar necessariamente de forma contígua (Cabugueira, 2000). Do mesmo modo, Reis, (2013) salienta que a delimitação de região, entendida como forma de territorialização¹⁶, visa à identificação de recursos, capacidades e acções ligados ao território. Na perspectiva territorialista está assim em causa uma noção de região que não é apenas uma partição tecnicamente justificada de um território nacional, mas uma unidade de sentido definido pela existência de laços de pertença (Cabugueira, 2000). No intuito de aferir uma classificação de síntese, em relação aos diferentes tipos de região que se encontram na literatura da especialidade e seguindo as indicações de vários autores (Boudeville, 1968; Richardson, 1973; Lopes, 1995; Cabugueira, 2000; Ferrão *et al.*, 2012; Reis, 2013), é possível apresentar o esquema da Figura 8.

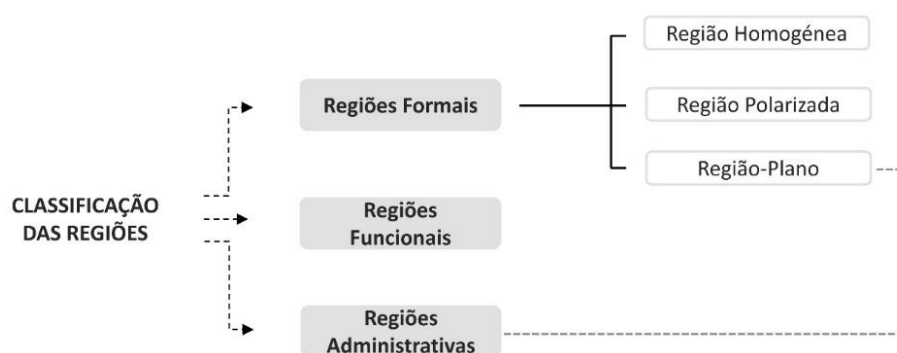


Figura 8: Quadro classificativo conceptual das regiões

Como enquadramento ao presente trabalho, mostra-se pertinente referir o conteúdo de cada uma das regiões acima referidas, uma vez que poderão ser tidas em conta

¹⁶ Segundo Reis (2013), o termo territorialização identifica os processos socioeconómicos localizados, assentes em dinâmicas e em actores cuja acção é possibilitada por interacções de proximidade, às quais estão também associados os respectivos desenvolvimentos, mesmo quando se passam a integrar em contextos mais vastos. As cidades, e os sistemas urbanos, os distritos industriais, os sistemas nacionais e regionais de inovação e as regiões são exemplos de territorializações.

no quadro de desenvolvimento e planeamento a nível do município, objecto desta investigação. Deste modo, é importante referir a existência de duas fases distintas que, segundo Lopes (1995), determinaram a forma de construir regiões.

À primeira fase corresponde o conceito de regiões formais, ou seja, áreas geográficas dotadas de uniformidade relativa ou uniformidade face a determinado atributo ou variável, que começou por ser predominantemente físico para, mais tarde, ser de ordem económica e, ainda mais tarde, de ordem social e política. Numa segunda fase as preocupações orientam-se para o funcionamento das regiões no sistema e procuram-se as regiões funcionais, áreas geográficas dotadas de coerência funcional a avaliar a partir das relações de interdependência (Lopes, 1995).

Na definição de regiões formais dominam preocupações de homogeneidade. Assim, e de acordo com Cabugueira, (2000) e Lopes (1995), surgem três critérios fundamentais para a definição destas regiões, nomeadamente:

- O critério da homogeneidade;
- O critério da polarização;
- O critério de planeamento ou programação.

A “Região Homogénea” é definida através de requisitos analíticos, que agrupam unidades territoriais de menor dimensão e de acordo com critérios de homogeneidade, que exigem que a variabilidade dos elementos que a compõem se contenha dentro de determinados limites (Lopes, 1995). No referente ao conceito de região homogénea, parece relativamente consensual entre os diversos autores, que as áreas geográficas podem estar ligadas como uma região única quando partilham características uniformes (Boudeville, 1968; Richardson, 1973). Essas características podem ser económicas (estruturas de produção semelhantes, por exemplo), geográficas (tais como topografia ou clima semelhantes) ou mesmo sociais ou políticas (como uma “identidade” regional ou uma fidelidade partidária tradicional) (Cabugueira, 2000).

Por outro lado, a “Região Polarizada” pode ser definida “como uma área na qual as relações económicas internas são mais intensas do que as estabelecidas entre regiões exteriores a elas” (Lopes, 1995). Um aspecto característico das regiões polarizadas é o

facto de serem compostas por unidades heterogéneas, mas funcionalmente ligadas entre si através de fluxos. Estes fluxos podem referir-se a dados relativos a comunicações (contactos telefónicos e transportes), a movimentos da população, a transacções comerciais, etc. (Cabugueira, 2000). Segundo Boudeville, (1968) o espaço polarizado pode ser definido como um conjunto de unidades ou pólos que mantêm relações com um pólo próximo de hierarquia superior ou da mesma ordem. A este propósito, (Richardson, 1973) afirma que as regiões polarizadas são compostas por unidades heterogéneas (uma hierarquia de centros populacionais – grandes cidades, pequenas cidades, aldeias e áreas mais ou menos povoadas), mas que se encontram estreitamente interrelacionadas de forma funcional.

No critério da homogeneidade e da polarização encontram-se as bases do critério de planeamento ou programação. Assim, e segundo Boudeville (1968), quando os objectivos estão associados ao controlo da evolução do sistema, através da formulação de políticas ou acções de planeamento, é necessário adoptar o critério de planeamento ou programação, devendo as regiões-plano revelar coerência ou unidade perante as decisões adoptadas (Boudeville, 1968 5:33). Deste modo, a definição de “Regiões-Plano” constitui um compromisso entre as vantagens dos critérios de homogeneidade e de polarização com o intuito de estabelecer um quadro espacial mais adequado às políticas territoriais de âmbito regional (Mafra e Silva, 2004). É de realçar como o modelo de região-plano é baseado em divisões espaciais pré-definidas e ligadas às formas de delimitação que visam à recolha e compilação de informação estatística de natureza económica e demográfica (Poggi e Amado, 2014).

De índole morfológica (manchas contíguas com características morfológicas idênticas) e, sobretudo, funcional (espaços integrados através de relações, fluxos e sistemas naturais ou humanos, físicos ou imateriais), a designação mais abrangente utilizada para este tipo de abordagem é a de ‘Região Funcional’ (Ferrão *et al.*, 2012). O conceito de região funcional, não resultando das restrições de factores ligados a limites administrativos mas sim a razões de contiguidade, surge como um quadro territorial de referência que pode englobar vários tipos de realidades (Mafra e Silva, 2004). A importância das regiões funcionais do ponto de vista analítico (formulação de diagnósticos e

cenários prospectivos) e de intervenção (estratégias de desenvolvimento, políticas públicas) tem vindo a ser alvo de um reconhecimento crescente por parte da União Europeia e da OECD (OECD, 2002; Ferrão *et al.*, 2012). A região funcional nestes estudos é geralmente definida por critérios relativos ao mercado de trabalho e aos movimentos pendulares. Na base da definição e delimitação de regiões funcionais estão ainda preocupações de natureza e intensidade das interações, sobretudo de ordem económica, traduzidas no espaço pela existência de polos (industriais), nós (de comunicações) ou centros (de serviços), ou seja, pontos ou núcleos de elevada intensidade de relações (Mafra e Silva, 2004). A região funcional, enquanto veículo de suporte de políticas e programas, pode tornar-se um modelo com grande relevância para englobar a perspectiva da energia no território tendo em conta as suas características físicas, administrativas e políticas (Poggi e Amado, 2014).

No que se refere à região, considerada do ponto de vista puramente administrativo, a definição corrente utilizada em diferentes estudos da OCDE assenta em três diferentes níveis territoriais de delimitação político-administrativa: as NUTS - Nomenclatura das Unidades Territoriais para fins Estatísticos (OECD, 2014). As NUTS, definidas ao nível comunitário, são hierárquicas e subdividem o território económico dos Estados Membros em unidades territoriais, de acordo com as regiões administrativas dos países e com a população. Deste modo, referem-se as NUTS1 (entre 3 7 milhões de pessoas) cada uma das quais é subdividida em unidades territoriais NUTS2 (entre 800.000 e 3 milhões de pessoas), sendo estas, por sua vez, subdivididas em unidades territoriais NUTS3 (entre 150.000 e 800.000 de pessoas) (DGAEP, 2009).

Como as regiões compreendem, habitualmente, comunidades urbanas e comunidades rurais, a OCDE identifica ainda três diferentes tipologias de regiões, consoante a proporção da população residente (OECD, 2014). No entanto, e dada a sua importância, a classificação acima referida será aprofundada com mais detalhe no âmbito da reflexão sobre o espaço urbano e espaço rural, como se verá mais à frente.

Não cabendo no âmbito da presente investigação desenvolver uma caracterização detalhada da delimitação de regiões em Portugal, considera-se, contudo, importante evidenciar alguns aspectos sobre a diversidade geográfica do território e a sua divisão administrativa. A influência das condições naturais, os factores determinados

pela evolução económica e a forma de ocupação humana, permitem enquadrar e distinguir na área continental um conjunto de três regiões: Norte Atlântico, Norte Interior, e Sul (Medeiros, 2000). A uma escala mais detalhada, é possível ainda identificar várias regiões circunscritas, com características próprias determinadas pela diversidade climática, geológica, os diferentes tipos de produção agrícola e florestal etc. Neste contexto as condições de aproximação à delimitação de cada região dependem do quadro de análise, podendo este ter várias acepções. Ocorrem também divisões administrativas de âmbito territorial que se interligam com a escala da região e que são: as NUTS, as Regiões e Zonas Agrárias e as CCDR.

Em Portugal, as NUTS, foram adoptada em 1984, correspondendo a uma malha regional mais homogénea que a dos distritos, que em geral se tomavam como referência para diversos fins (Medeiros, 2000). As NUTS constituem a matriz que estrutura a delimitação da recolha e compilação de informação estatística de base regional, sendo apresentadas do seguinte modo (MPAT, 1989):

- Nível I - constituído por três unidades, correspondentes ao território do continente e de cada uma das Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira;
- Nível II - constituído por sete unidades, correspondentes, no continente, às áreas de actuação das comissões de coordenação regional (Figura 9-a);
- Nível III - constituído por 30 unidades, das quais 28 no continente e duas correspondentes às Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira (Figura 9-b).

Por outro lado, as regiões e zonas agrárias, compreendidas nas Direcções Regionais de Agricultura, são fixadas do seguinte modo (MPAT, 1989):

- Regiões agrárias - constituídas por sete unidades, correspondentes ao território do continente (Figura 9-c);
- Zonas agrárias - constituídas por 66 unidades, correspondentes ao território do continente.

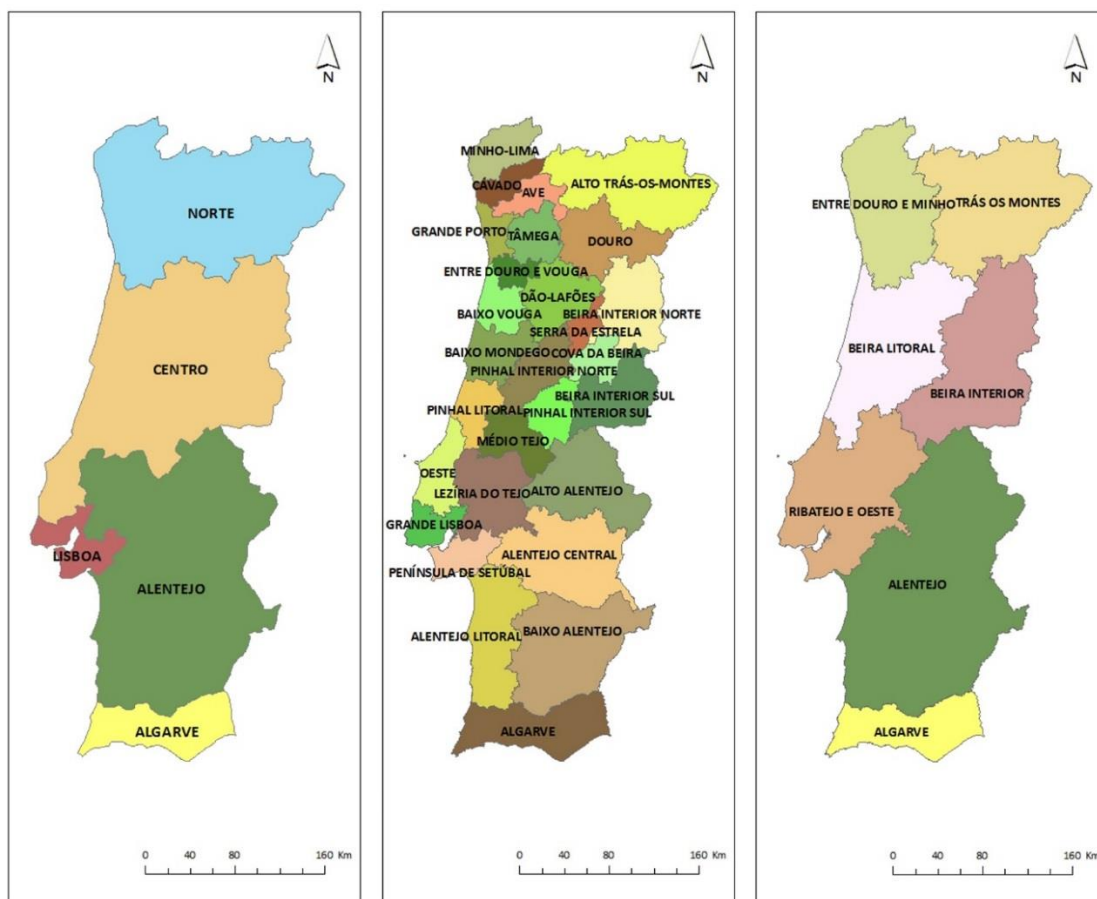


Figura 9¹⁷: a) NUT 2; b) NUT 3; c) Regiões e zonas agrárias

Fonte: Direcção Geral do Território, (2014)

As CCDR's - Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional, são serviços periféricos da administração directa do Estado, dotados de autonomia administrativa e financeira. De acordo com o ponto 6, artigo 1 do DL n.º 228/2012, de 25 de Outubro, são instituídas: CCDR Norte, CCDR Centro, CCDR LVT, CCDR Alentejo, CCDR Algarve (MAMAOT, 2012). As CCDR's têm por missão assegurar a coordenação e a articulação das diversas políticas sectoriais de âmbito regional, bem como executar as políticas de ambiente, de ordenamento do território e cidades, e apoiar tecnicamente as autarquias locais e as suas associações, ao nível das respectivas áreas geográficas de actuação, que correspondem às NUT 2. Da análise dos exemplos de regiões, existentes em Portugal, emerge que apesar da dificuldade quanto às suas delimitações, há contudo alguma uniformidade em relação aos conceitos de região homogénea e região administrativa.

¹⁷ Faltam a Região Autónoma da Madeira e Região Autónoma da Açores.

A uniformidade (homogeneidade) relativa deixa pois de ser uma preocupação passando a interessar os fluxos e as relações de interdependência da rede urbana interna à região, fluxos e relações que, por definição, podem ser mais facilmente estudados e relacionados com o factor da energia e suas componentes (produção, consumo, transporte, armazenamento) (Poggi e Amado, 2014). No entanto, como afirma Ferrão *et al.* (2012), as regiões de natureza político-administrativa ignoram, e por isso segmentam de forma artificial, realidades ecológicas, socioeconómicas e culturais com Geografias que ultrapassam e cruzam esses espaços. Deste modo, a região funcional, enquanto veículo de suporte de políticas e programas que visam englobar a perspectiva da energia no território, pode tornar-se um contributo com grande relevância para o modelo teórico desta investigação.

2.3.2 Espaço urbano e espaço rural: *versus* ou *continuum*?

Tudo o que não é urbano é rural (versus), ou por antítese, onde o urbano encontra o rural (continuum)?

No âmbito da presente investigação, a compreensão do que é espaço urbano e espaço rural, quais são os conceitos para a respectiva delimitação e como eles surgem, constituem questões para as quais é fundamental sistematizar respostas. A análise desenvolvida nesta subsecção tem como principal objectivo identificar as bases teóricas que possam a seguir suportar o desenho de novas linhas de intervenção no âmbito da eficiência energética e energias renováveis, no espaço rural. Deste modo, e partindo das abordagens ao espaço urbano e espaço rural, proporcionadas pelas diferentes disciplinas, destacam-se alguns conceitos que têm vindo a constituir-se como pressupostos incontornáveis para a intervenção e gestão adequada do território.

A distinção entre urbano e rural está directamente relacionada ao processo de evolução das cidades que se implantaram progressivamente e em diversas formas ao longo do tempo (Ascher, 2010). A análise histórica da concepção das cidades gregas e romanas revela uma racionalização clara do espaço urbano face ao rural de acordo com a organização funcional da sociedade, as necessidades de infra-estruturas e a preocupação com os sistemas de defesa (Lamas, 2000). Mais tarde, as cidades medievais são implantadas como um elemento bem definido no meio envolvente, sendo as muralhas

uma barreira física e um limite claro entre o urbano e o rural (Governa e Memoli, 2011). O quadro do modelo de desenvolvimento da Revolução Industrial, iniciada no século XVIII, conduziu a profundas alterações no processo de transformação das cidades que determinaram formas de expansão descontroladas e não planeadas. Segundo Ferrão, (2000), é neste período que se diversificam as relações de complementaridade rural-urbano, ao mesmo tempo que a sua tradicional natureza simbiótica vai dando lugar a interdependências cada vez mais reconhecidas como assimétricas.

A dicotomia “urbano-rural” tem vindo a acentuar-se por tanto tempo quanto o espaço urbano gerou efeitos de atracção sobre o espaço rural (Badouin, 1982). Em consequência, a cidade organicamente integrada em áreas rurais perdeu importância relativa face à emergência de aglomerações urbano-industriais mais “autónomas” e com maior capacidade de polarizar, do ponto de vista funcional, as áreas envolventes (Ferrão, 2000). Resulta assim evidente que, desde que o espaço urbano assumiu uma determinada importância, a sua influência sobre certas fracções do espaço rural, ou até a sua totalidade, foi considerável (Badouin, 1982). Estes fenómenos têm vindo a colocar o espaço rural numa condição de contraste e oposição, em relação ao urbano, recorrentemente associado a ideias de progresso, competitividade e oportunidade.

É neste sentido que a expressão “urbano *versus* rural”, adoptada nesta investigação, pretende destacar de um modo provocatório como o espaço rural, após a revolução industrial, passou a ser definido pelos negativos, evidenciando desta forma o que existe de positivo na forma de viver citadina. Hoje em dia, as dinâmicas acima referidas assumem um papel chave na configuração espacial do território, em particular se entendidas à luz dos padrões de crescimento e distribuição geográfica da população. Assim, e segundo as estimativas das Nações Unidas (2010), em 1950 cerca de um quarto da população do globo vivia em aglomerados urbanos. Em 2007 esta percentual passou para 50% e atingirá o valor de 75% em 2050 (Figura 10).

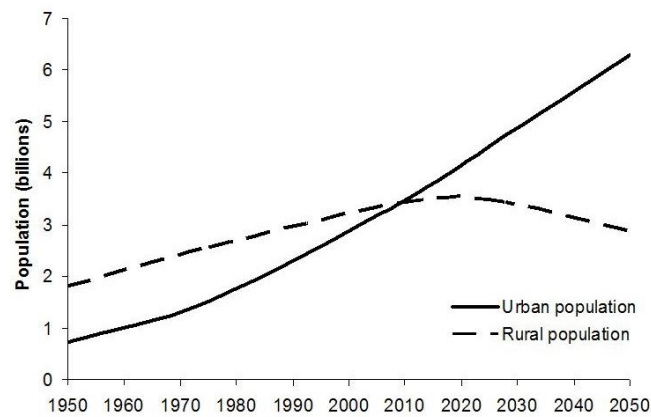


Figura 10: População urbana e rural no mundo: 1950-2050 (Bilhões)
Fonte: United Nations, (2010)

O gráfico da Figura 10 mostra ainda como o ano de 2009 surge como um momento paradigmático na história da urbanização: a população urbana ultrapassou a rural a nível mundial. Do resto, já no início dos anos 60, Mumford referia como a cidade no passado era simbolicamente um mundo enquanto actualmente o mundo tem vindo a tornar-se, sob muitos aspectos, numa cidade (Mumford, 1968).

A forma como as cidades e os seus núcleos periféricos confinantes absorveram a maior parte do crescimento verificado, é um processo complexo e não linear, cuja compreensão requer a ponderação de muitos factores de natureza não só técnica e económica, mas também ecológica, geográfica, urbanística e sociológica, entre outros. De forma a assegurar uma contextualização holística da temática e considerando o enquadramento preliminar anteriormente referido, a abordagem adoptada encerra duas etapas:

- estudo qualitativo sobre os principais conceitos que intervêm no processo de expansão e difusão das cidades, e que por sua vez influenciam directamente a relação espacial entre urbano e rural;
- descrição dos critérios quantitativo de delimitação fixados pelas entidades públicas e instituições competentes e que regulamentam os aspectos estreitamente funcionais do uso do solo, às diferentes escalas¹⁸.

¹⁸ Esta etapa será apresentada da subsecção a seguir relativa à classificação e qualificação solo urbano e rural.

No referente às duas etapas, pretende-se com elas estruturar uma aproximação lógica dedutiva que começa por investigar o processo de definição subjacente aos conceitos de espaço urbano e espaço rural, para depois enquadrar a sua forma de concretização operativa no território, nomeadamente o processo de classificação. Deste modo, considerou-se como ponto de partida para a abordagem qualitativa à definição de espaço rural e espaço urbano, a análise dos conceitos subjacentes à definição de cidade e as suas formas de evolução ao longo do tempo. De facto, entender o verdadeiro significado do que é o urbano, além das suas características físicas propriamente ditas, reside na compreensão de um conjunto de vários elementos: plexo geográfico, organização económica, processo institucional, teatro social e símbolo estético da unidade colectiva, definidos por Mumford, (1937) no seu texto “What is a City”.

A aproximação à definição da cidade que se pretende desenvolver nesta investigação terá assim que poder tratar e relacionar as inúmeras variáveis que as diferentes disciplinas, entre as quais a Geografia urbana, o planeamento urbano e a sociologia, proporcionam no âmbito destas questões, analisando-as de uma forma crítica e direccionada ao entendimento das relações entre espaço urbano e rural, para a seguir identificar as respectivas implicações em termos energéticos. À entrada do século XX os maiores problemas a resolver em matéria de ordenamento do território eram o crescimento das cidades e o abandono e progressiva alteração das funções do campo (Magalhães, 2001). Os urbanistas começam a observar com preocupação as transformações das cidades, em particular o fenómeno definido por Whyte, (1957) com o termo *urban sprawl*: a dispersão dos aglomerados nos territórios envolventes e a perda da relação entre o elemento constitutivo e a cidade no seu todo. De facto a dispersão, como processo de crescimento não controlado das cidades, envolveu partes consideráveis de território tornando os limites e as diferenças físicas e sociais entre urbano e rurais cada vez mais ténues (Ascher, 2010). Neste contexto, é importante referir aquelas que Secchi (2000) define como as três utopias do século XX: A Ville Radieuse de Le Corbusier, as experimentações soviéticas e a Broadacre City de Wright, que representam uma tentativa de dar resposta aos problemas das cidades e que se tornaram reservatórios conceptuais de ideias para os projectos urbanos das décadas seguintes. No entanto, o que liga estes três

modelos é uma preocupação predominantemente social, ou seja, de adaptação das cidades à sociedade industrial (Ascher, 2010). Le Corbusier tenta resolver os problemas de tráfego, conforto e harmonização entre diferentes usos e actividades; os arquitectos soviéticos estudam as formas e os espaços urbanos que podem suportar as actividades e relações sociais do “homem novo” do regime; Wright aborda os temas da baixa densidade, dos níveis de densidade e da distância recíproca entre um aglomerado e uma cidade (Secchi, 2000). Entre estes três modelos, a proposta de Broadacre City¹⁹ isola Wright no quadro geral, colocando-se ao lado de um ponto de vista naturalista, e revelando-se como um marco importante no enquadramento global da disciplina do urbanismo (Cavaco, 1998). Em Broadacre City é o próprio campo que ganha vida sob a forma de uma verdadeira grande cidade”²⁰. Neste sentido, admitem-se afinidades à ideologia e ao modelo da cidade-jardim de Howard (1902), que tornava importantes as áreas rurais e articulava a sua beleza e saúde, que aí se respirava, com o desenvolver do trabalho na indústria. A Figura 11 apresenta as duas diferentes abordagens, destacando a relação entre o espaço urbano, as áreas verdes urbanas e o espaço rural preconizados pelos modelos de Howard e Wright.

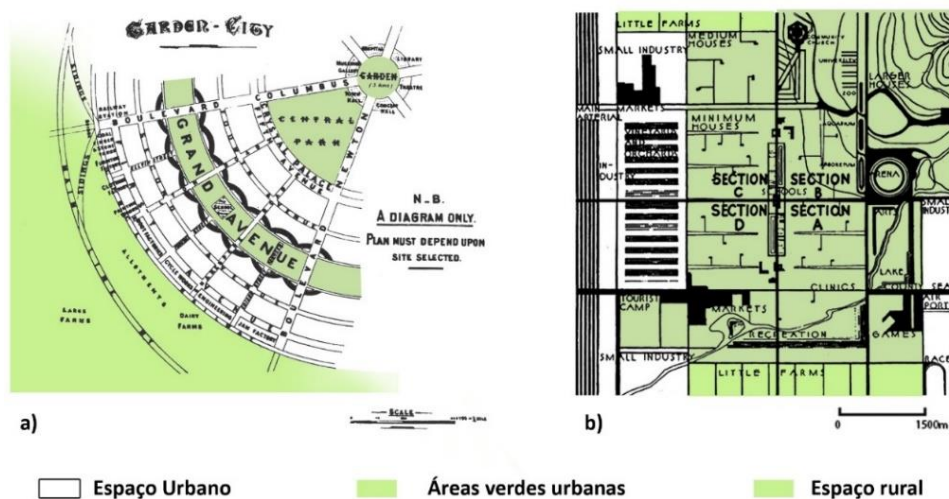


Figura 11 : a) modelo da cidade-jardim de Howard (1902); b) Detalhe de planta sectorizada de Broadacre City, Wright (1935)

Fonte: a) Adaptado de Howard, (1902); b) Adaptado de Wright, (1935)

¹⁹ O modelo teórico de Broadacre City, apresentado por Wright em 1935, nunca foi aplicado, ficando numa maquete executada em grande escala e exibida no Rockefeller Center, em Nova Iorque.

²⁰ Citação de Frank Lloyd Wright in (Fishman, 1979)

A importância destes modelos revela-se no surgimento da componente ambiental como elemento da acção de planeamento urbano em paralelo com uma nova corrente ecológica mais ligada à arquitectura paisagista (Corbett e Corbett, 2000; Madureira, 2012). No domínio da ecologia em particular, a formulação do conceito de *Homeostasis*²¹, feita em 1932 por Cannon, veio dar consistência científica ao modelo da Estrutura Verde Urbana, empiricamente iniciado por Olmsted (1880), dando origem ao conceito de *continuum* natural que passa a marcar todo o planeamento de base ecológica do século XX (Magalhães, 2001).

Em síntese, o conceito de *continuum* natural surge como o instrumento capaz de preservar as estruturas fundamentais da paisagem que, em meio urbano, penetram no tecido edificado de modo tentacular e contínuo, assumindo formas e funções cada vez mais urbanas (Magalhães, 2001). Esta consciência fundamentada em princípios ecológicos e fortemente interligada à formalização da paisagem em meio urbano, levou ao desenvolvimento de modelos de *continuum* natural que assumiram as expressões de *Green Fingers* e *Green Belt*, e que são dois dos exemplos mais constantes na história da concepção da estrutura verde nos espaços urbanos (Madureira, 2012).

Assim, a necessidade de contenção da urbanização constitui o ponto de partida para a criação de um elemento de separação entre a cidade e a sua envolvente, sendo paradigmáticos os casos de Copenhaga (*Green Fingers*) e de Ottawa (*Green Belt*), apresentados respectivamente nas Figura 12 e Figura 13.

²¹ A definição de *Homeostasis*, surge pela primeira vez na obra “The wisdom of the body”, do físico Walter Cannon (1932), para descrever como o corpo humano mantém níveis estáveis de temperatura e outras condições vitais relacionadas com percentagens de água, sal, açúcar, proteína, gordura, cálcio e oxigénio no sangue. Processos semelhantes mantêm dinamicamente as condições do estado estacionário no ambiente da Terra.

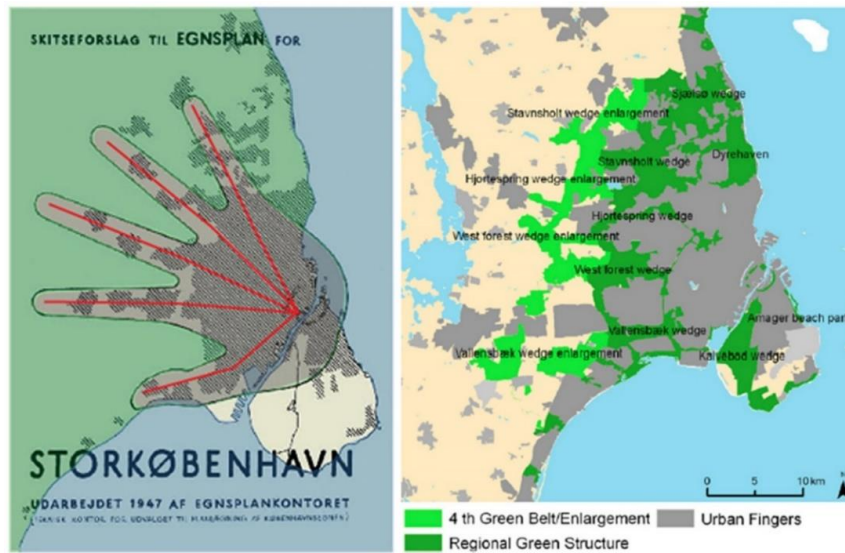


Figura 12: Finger Plan de Copenhaga, 1947
Fonte: Caspersen e Olafsson, (2010)

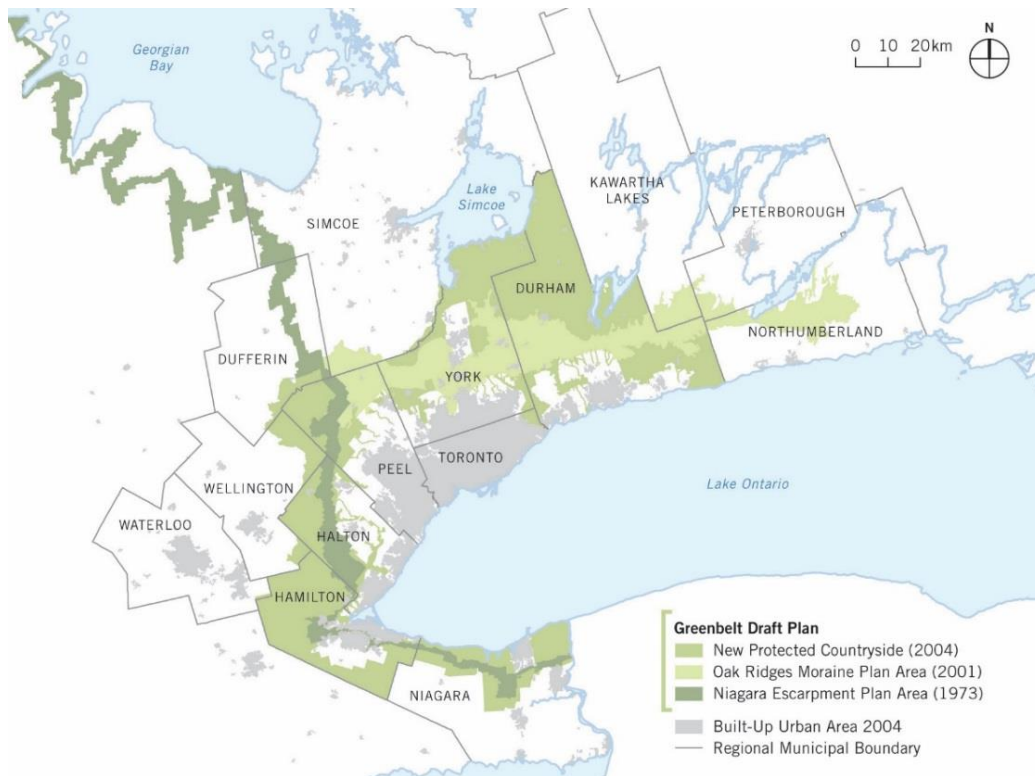


Figura 13: Green Belt Plan de Ottawa, 2005
Fonte: Neptis Foundation, (2005)

Da análise destes casos é evidente como os conceitos de *Greenfingers* e *Greenbelts* têm relevância significativa para a compreensão do fenómeno de expansão e difusão das cidades, que está na origem do que se denomina por “franja urbana-rural” (Rocha *et al.*, 2005). As temáticas acima referidas podem ser assim entendidas como um processo de junção planeado do rural com o urbano, sendo contudo, evidente como esta perspectiva se mantém focada na cidade.

Neste contexto, o termo paisagem²² serviu para descrever e classificar territórios marcados pela tonalidade comum de factos físicos e humanos que se relacionam muitas vezes entre si (Ribeiro, 2001). A paisagem, como espaço possível de ser delimitado e com identidades e características próprias, passa a participar no Ordenamento do Território, integrando quer as actividades rurais (agricultura e silvicultura), quer as urbanas (Magalhães, 2001). Sendo que, à paisagem natural junta-se a paisagem cultural, como a paisagem rural, se junta a paisagem urbana, é nessa medida que se julga oportuno colocar a questão central de como estas diferentes realidades se podem objectivar e delimitar. Neste contexto, um dos aspectos essenciais a qualquer estudo de paisagem é a definição do conceito de unidades de paisagem que assenta no pressuposto da existência de elementos nucleares que combinados entre si conferem um determinado arranjo ou padrão espacial específico a que está associado um determinado carácter (Cancela d'Abreu, Pinto Correia e Oliveira, 2004). A identificação das unidades de paisagem visa constituir um apoio à orientação de estratégias e instrumentos de ordenamento ou das políticas sectoriais com maior incidência (Pinto Correia, Abreu e Oliveira, 2001).

Em Portugal é de referir, que a introdução da dimensão da paisagem no contexto da revisão dos PDM's nas várias fases de desenvolvimento do procedimento de revisão, implica conceitos e aspectos metodológicos próprios, nomeadamente a definição de unidades de paisagem e a sua análise e diagnóstico com base em princípios de multifuncionalidade Cancela d'Abreu *et al.*, (2011). Ainda segundo estes autores, para que os princípios de multifuncionalidade sejam introduzidos nestas fases, é necessário ter em conta, pelo menos, os seguintes aspectos:

- Análise das componentes biofísicas e culturais relevantes;
- Dinâmica temporal traduzida nos seus processos de transformação;
- Funções que a paisagem desempenha no presente e poderá desempenhar no futuro (funcionalidade).

²² O termo "paisagem", é definido de acordo com duas diferentes versões: a das línguas latinas (*paysage*, *paisaje*, *paisagem*...) e anglo-saxónicas (*landschaft*, *landscape*...). O radical "pag", donde deriva "pagus", leva ao sentido de limite fixado na terra, ligado à terra, o que habita a terra, de onde sairá depois o de uma organização rural, uma região ou país (Houaiss, 2002). Por sua vez, a raiz anglo-saxónicas "land", regista o sentido do espaço aberto, que depois opõe o campo (rural) à cidade e que, também, acabará por designar um território administrativo ou região. Em ambos os termos, o espaço da terra a ter em conta era o que podia ser abarcado pelo olhar, o que na definição de região só pode ser tomado por metáfora para um espaço administrativo relativamente pequeno (Campelo, 2013).

De facto, ainda que seja possível referir um conjunto de variáveis, componentes e parâmetros que são comuns ao estudo de qualquer paisagem, é de realçar que as especificidades de cada lugar podem exigir interpretações diferentes (Cancela d'Abreu *et al.*, 2011). Contudo, e elaborando uma síntese holística das várias abordagens encontradas sobre o tema (Pinto Correia, Abreu e Oliveira, 2001; Magalhães, 2001; Cancela d'Abreu *et al.*, 2011), apresenta-se o esquema da Figura 14, no qual, por inter-relação, se podem obter as dimensões que suportam a definição das unidades de paisagem à escala local dos PDM.

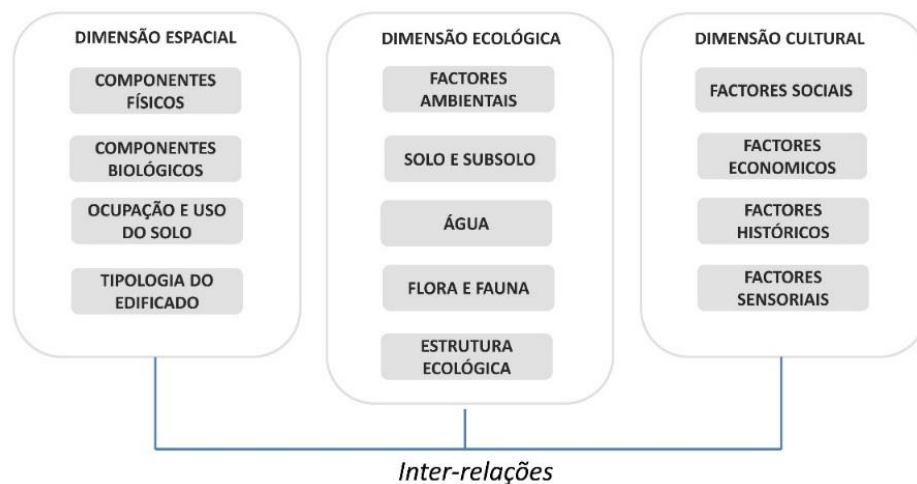


Figura 14: Dimensões que suportam a definição das unidades de paisagem, à escala local dos PDM

A combinação das várias dimensões acima mencionadas suporta a identificação de unidades de paisagem que têm de exprimir a unicidade e identidade de cada lugar, reflectindo tanto a sua história natural como cultural. Deste modo, e tendo em vista os objectivos da presente investigação, a paisagem surge pois, como um elemento que é necessário ter em consideração pelas seguintes razões:

- constitui um elemento fundamental para a organização e estruturação do território, particularmente para a definição de critérios de ordenamento que visem a manutenção do equilíbrio ecológico e da identidade cultural;
- suporta funções que, num quadro de sustentabilidade, podem criar oportunidades sociais e económicas importantes para o desenvolvimento rural;
- possui valores culturais e naturais a proteger que, entre outros aspectos relevantes, devem ser englobados como objectivos estratégicos em articulação directa com quadro de implementação das energias renováveis, ao nível dos PDM.

Os pontos acima enunciados exigem do planeamento, a necessidade de implementar as energias renováveis desenvolvendo estratégias que permitem a sua integração na paisagem. De acordo com estes pressupostos, a temática da paisagem e das energias renováveis no espaço rural, constitui um desafio que obrigará ao reconhecimento e estudo de conceitos específicos para orientar as futuras transformações à escala dos municípios, sem afectar as operações de protecção, valorização e requalificação da paisagem.

Por outro lado, o processo de evolução da cidade passa antes de tudo pela expansão do seu ambiente construído, que nem sempre se verifica de forma tão clara e evidente como nos dois casos acima apresentados, onde é visível uma adequação física ao território natural. Neste sentido, a dualidade analítica que foi predominando na diferenciação do espaço urbano e espaço rural, tem vindo recentemente a confrontar-se com a afirmação de um certo gradiente espacial que é inevitável associar à globalização, às TIC's, à massificação dos meios de transportes e à introdução de novas tecnologias na produção agrícola, entre outros (Governa e Memoli, 2011; Dematteis e Lanza, 2011). A globalização, através das lógicas de localização das actividades económicas aparentemente pouco ligadas às características locais como, por exemplo, a disponibilidade de matérias-primas e fontes energéticas, tem vindo a fragilizar os sistemas económicos nacionais. Sempre neste enquadramento, o maior protagonismo das empresas em rede e o desenvolvimento de linhas de transportes colectivos intermodais em conjunto com a centralidade do transporte individual, são aspectos que influenciaram fortemente a transformação da forma da cidade, que perde os limites e “explode”²³ no território, difundindo-se e diluindo-se nas áreas mais vastas e distantes do centro urbano original (Governa e Memoli, 2011).

O estudo destes fenómenos, ao longo do tempo, possibilitou identificar uma sucessão de quatro fases distintas, definidas pela primeira vez por Orishimo (1987), que relacionam a transformação espacial da cidade histórica (*core*) e as suas áreas envolventes (*ring*). Isto é o Ciclo de vida das cidades, que à escala das grandes aglomerações pode

²³ O conceito de “explosão” da cidade foi utilizado pela primeira vez por Lefebvre (1968), para descrever o papel do processo de industrialização no contexto da cidade. Segundo o autor, este processo deu origem a uma urbanização “des-urbanizada” com base em fenómenos de densificação e concentração, levando à explosão e implosão da cidade tradicional.

ser descrito de uma forma qualitativa, mas eficaz, através das combinações entre as diferentes fases onde os sinais positivo ou negativo representam as variações demográficas (Tabela 2).

Tabela 2: Ciclo de vida das cidades
Fonte: Dematteis e Lanza, (2011)

	Núcleo	Anel	Aglomeração
Urbanização	+	±	+
Suburbanização	±	+	+
Exurbanização	-	-	-
Reurbanização	+	±	±

O modelo de suburbanização tem vindo a replicar-se de forma mais ou menos similar, em todas as cidades que conheceram uma fase de desenvolvimento industrial (Dematteis e Lanza, 2011). No âmbito da suburbanização é possível distinguir dois modelos que começaram a surgir antes da entrada massiva do transporte individual motorizado: a aglomeração e a conurbação (Governa e Memoli, 2011; Dematteis e Lanza, 2011). A aglomeração é um processo que conduziu a cidade nuclear às situações de expansão com efeito de mancha de óleo, coroas ou faixas concêntricas, que englobaram progressivamente os aglomerados e áreas rurais envolventes (Governa e Memoli, 2011). Estes modelos são caracterizados por diferentes densidades, de acordo com os padrões das tipologias edificadas, e por um certo grau de compactação que se mantém até uma margem exterior bastante definida, além da qual começa o campo. O crescimento dos aglomerados à volta dos centros históricos dá origem a tecidos edificados contínuos, que assumem o nome genérico de periferias urbanas ou subúrbios. É de referir como os aglomerados mais densos e compactos surgiram antes da difusão do automóvel e se desenvolveram até aos anos 70, sendo uma característica ainda visível das cidades europeias e em particular das mediterrâneas.

Por outro lado, a conurbação, descrita pela primeira vez por Geddes (1915), constitui a área urbana contínua que se realiza entre duas ou mais aglomerações que crescem até se fundir, formando um único *continuum* urbanizado (Governa e Memoli, 2011). A génese da conurbação pode ser reconduzida à existência de centros urbanos


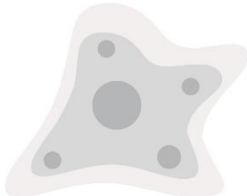

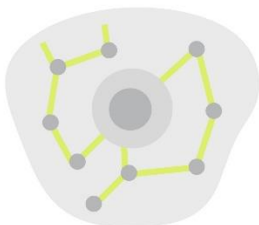
com uma determinada especialização e qualificação de actividades de raio de influência territorial variável que, crescendo demograficamente, se estendem nas áreas rurais envolventes. O sistema urbano de Manchester em Inglaterra e a região da Ruhr na Alemanha representam dois dos exemplos mais evidentes deste fenómeno, sendo evidentes os efeitos espaciais no território, decorrentes da relação geradora entre os aspectos económicos e demográficos (Dematteis e Lanza, 2011). Deste modo, a aglomeração e a conurbação determinaram o surgimento de um tipo de cidade extensiva²⁴, associada a uma dilatação extensiva dos limites do tecido urbano, que nos finais dos anos 90 virão caracterizar a extensão física dos núcleos de baixa densidade na Europa em parte junto ao solo rural. Importa ainda referir que, mais recentemente, têm vindo a surgir dois outros modelos de expansão da cidade: a dilatação multicêntrica e a periurbanização (Governa e Memoli, 2011; Dematteis e Lanza, 2011). A dilatação policêntrica marcou a passagem da cidade nuclear à cidade-rede, dando origem a sistemas urbanos caracterizados por baixas densidades, malhas descontínuas e aglomerados dispersos e de natureza reticular, como é o caso das áreas metropolitanas (Governa e Memoli, 2011). Este fenómeno foi descrito pela primeira vez pelo geógrafo francês Gottmann, (1961) que nos anos 50 estudou a evolução da costa atlântica dos Estados Unidos entre Boston e Washington. A esse sistema, formado por dezenas de centros urbanos de dimensão diferente, e caracterizado pela existência de uma densa rede de transportes e de um *continuum* urbanizado que engloba também áreas agrícolas e florestas, dá-se o nome de Megalópolis (Gottmann, 1961).

Por outro lado, a periurbanização, definida também como dispersão urbana, refere-se a um crescimento urbano à volta de centros urbanos menores preexistentes e ao longo dos eixos viários (Dematteis e Lanza, 2011). Este fenómeno descreve um tipo de expansão urbana nas áreas rurais que, apesar de conservar algumas formas da paisagem rural tradicional, assume progressivamente características urbanas. Segundo o sociólogo Martinotti (1993), a periurbanização está na origem de uma nova forma de

²⁴ Ver com mais detalhe Portas, “Una strategia per la città ampia, la città esplosa e la città estensiva” em Marcelloni, (2005).

cidade: a cidade difusa²⁵, quer dizer vastos territórios à escala dos quais se organiza a vida urbana, doméstica e económica, formando um espaço urbano extenso, descontínuo, heterogéneo e polinuclear (Ascher, 2010). Este modelo torna-se possível, nomeadamente, graças ao desenvolvimento da mobilidade individual, pelo que as distâncias das deslocações casa-trabalho têm vindo cada vez mais a aumentar, e ao uso alargado da internet como meio de comunicação privilegiado (Ascher, 2010; Dematteis e Lanza, 2011). A Tabela 3 sintetiza, de forma esquemática, os processos de suburbanização acima referidos, sendo evidente as suas influências sobre a relação espacial urbano-rural.

Tabela 3: Processos de suburbanização desde o século XIII até o século XXI
Fonte: adaptado (Dematteis e Lanza, 2011)

Processos de suburbanização	Formas, dimensões e estruturas territoriais	Esquemas descritivos
Aglomeração	O aglomerado é formado por um centro histórico e coroas periféricas suburbanas que são compactas, contínuas e apresentam um raio máximo de apenas alguns quilómetros.	
Conurbação	A conurbação é formada por um conjunto de aglomerações contíguas que, decorrente de um processo de crescimento simultâneo, fundiram-se numa única área edificada contínua.	
Dilatação Policêntrica	Expansão urbana descontínua suportada pela mobilidade individual. A ocupação ocorre em territórios de baixa densidade através de polos e centros especializados em funções diferentes.	
Periurbanização	Tecido edificado de baixa densidade e descontínuo, que se desenvolve na envolvente de pequenos aglomerados preexistentes e ao longo de eixos viários. Apresenta vastos espaços vazios, agrícolas, e é caracterizado pela presença dispersa de elementos urbanos (habitações, armazéns, escritórios ou centros comerciais).	

²⁵ Indovina (1990) designa a cidade difusa para descrever a forma mais recente da expansão das cidades, sendo esta situação caracterizada por uma fragmentação das malhas urbanas e das estruturas sociais e económicas que lhes estão associadas.

Através dos processos de suburbanização, a cidade passa do seu estágio original, a cidade entre muros, a um espaço urbanizado extenso, descontínuo, heterogéneo, polinuclear, que integra no mesmo conjunto a cidade densa e neo-rural, pequena cidade, vila e subúrbio (Ascher, 2010). Sintetizando as abordagens dos vários autores é possível distinguir quatro grandes tipos de cidade, e os processos de expansão que lhes correspondem, como se apresentam na Figura 15.

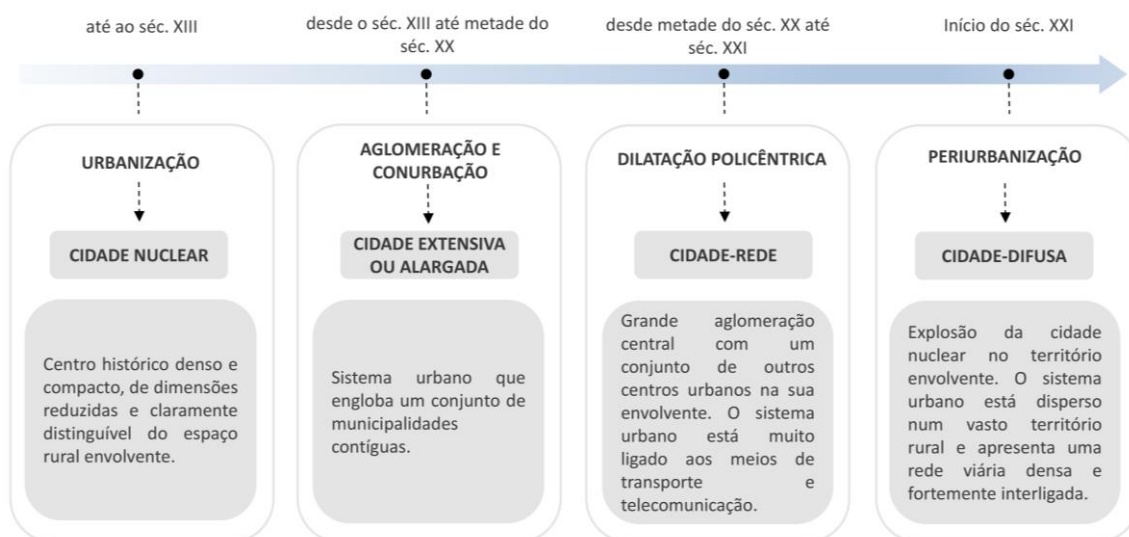


Figura 15: Relação entre tipos de cidade e processos de expansão

Como conclusão pode-se referir que a dicotomia urbano-rural apresenta fases distintas de evolução, que são fortemente influenciadas pela transformação da forma da cidade e pela perda progressiva dos seus limites. O conceito de urbano *versus* rural, que tem vindo a caracterizar a relação entre estes dois espaços desde as origens da cidade, encontra-se actualmente ultrapassado. Os padrões de expansão da cidade devidos aos processos de suburbanização determinam que, hoje em dia, os limites urbanos são, cada vez mais, uma linha imaginária que se constrói na mente de cada um, a partir da semiologia urbana (Rocha *et al.*, 2005; Governa e Memoli, 2011; Dematteis e Lanza, 2011). É possível afirmar, portanto, que o *continuum* entre urbano e rural se torna no paradigma do modelo territorial actual e preponderante. Esta situação é aquela que conduz ao desafio da cidade compacta que, tendo como base densidades elevadas e usos diversificados, possibilita que a cidade desenvolva as suas actividades num espaço definido e mais contido, contrariando as consequências negativas dos processos de suburbanização descontrolada no consumo de solo natural, aumento do consumo de

energia, poluição, elevados custos em deslocações e impactos na gestão de infra-estruturas, entre outras.

2.3.3 Classificação e qualificação do solo urbano e rural

Em linha com as temáticas abordadas na subsecção anterior, a complexidade relacionada à definição de espaço urbano e espaço rural tornou clara a necessidade de criar fundamentos, conceitos e critérios quantitativos de delimitação que possibilitem uma diversificação operacional entre estas duas realidades. De acordo com Pacione, (2009), o estudo da cidade como entidade física prende-se com a classificação dos diferentes lugares presentes no território e a consequente distinção entre áreas urbanas e não urbanas. Por outro lado, este mesmo autor salienta também que “uma definição precisa do que se entende por rural constitui um objectivo irrealizável” (Pacione, 1989).

Perante este enquadramento, ressalta de forma evidente o nível de incerteza em torno da classificação e qualificação do solo urbano e rural que, por sua vez, decorre em grande parte da actual situação de *continuum* espacial referida na subsecção anterior. A utilização de indicadores, embora permita identificar de forma sistemática as áreas com características urbanas e rurais, apresenta o problema da natureza empírica ligado a uma classificação que é feita de acordo com graus de urbanidade definidos a nível mundial. Qual é o número de habitantes, superado o qual, um centro urbano se torna cidade? Na Suécia, por exemplo, cada aglomerado com mais de 200 habitantes é classificado pelo censo nacional como urbano, nos Estados Unidos este valor sobe para 2.500, na Suíça é de 10.000, no Japão é de 30.000 (Governa e Memoli, 2011). Contudo, as abordagens administrativas, estatísticas e normativas para a classificação de urbano/rural surgem como um referencial indispensável para os objectivos de planeamento do território (Monteiro, 2000). Neste sentido, a operacionalização da classificação do urbano é obtida a partir de dados e indicadores estatísticos de natureza demográfica e socioeconómica que permitem perceber se uma dada área é urbana, em termos quantitativos e esquemáticos (Governa e Memoli, 2011).

É também pertinente referir a existência de delimitações urbanas de tipo morfológico que complementam, geralmente, critérios de dimensão demográfica e se inspi-

ram na definição proposta pela Organização das Nações Unidas em 1978: “uma aglomeração é um agrupamento de população que, sem ter em conta os limites administrativos, forma uma zona construída em que nenhuma construção dista mais de 200 metros da que lhe fica mais próxima” (Ferrão e Vala, 2001). Como contraponto a estas abordagens ao urbano, as classificações de espaço rural existentes na literatura suportam-se em alguns princípios e indicadores fundamentais entre os quais, entre outros, a dimensão da população, a distância dos maiores centros urbanos, as áreas de influência dos centros urbanos, a configuração da paisagem e a intensidade do uso do solo.

Miller e Luloff, (1980), sociólogos rurais, afirmam que: “o termo rural é convencionalmente utilizado para designar uma área geográfica delimitada que é caracterizada por uma população pequena, não concentrada e relativamente isolada em relação às áreas de influência dos grandes centros metropolitanos”. Neste sentido é possível afirmar que para entender o rural assume-se como opção nuclear que os aglomerados populacionais de pequena dimensão (lugares ou povoados rurais) são um referencial chave para o delimitar (Baptista, 2001, Rolo e Cordovil, 2014).

Por outro lado, Gilg (1985) salienta que as classificações de áreas rurais mais completas apoiam-se em critérios de natureza ecológica, ocupacional, cultural ou ainda uma combinação destes três. Esta percepção do rural como entidade socioeconómica e cultural é importante para entender a estrutura das comunidades rurais, mas não proporciona uma dimensão física e uma escala operativa que sirvam de suporte ao desenvolvimento de acções do planeamento territorial. Neste sentido, os métodos estatísticos e de processamento de dados têm sido globalmente reconhecidos como a forma mais eficaz para distinguir quando uma determinada unidade de território pode ser classificada como rural ou urbana (Muilu e Rusanen, 2004). A metodologia desenvolvida pela Eurostat, por exemplo, distingue entre três tipos de zonas quanto ao grau de urbanização (Eurostat, 2014):

- **Zonas densamente povoadas:** conjunto contíguo com uma população total de pelo menos 50.000 habitantes, formado por unidades locais²⁶, cada uma com uma densidade populacional superior a 500 habitantes/km²;

²⁶ Na maior parte dos Estados-Membros, uma «unidade local» corresponde a um concelho ou município.

- **Zonas intermédias:** conjunto contíguo de unidades locais que não pertencem a zonas densamente povoadas, cada uma com uma densidade populacional de mais de 100 habitantes/km², com uma população total de pelo menos 50.000 habitantes ou adjacente a uma zona densamente povoada;
- **Zonas escassamente povoadas:** conjunto contíguo de unidades locais que não pertencem nem a uma zona densamente povoada nem a uma zona intermédia.

Para distinguir as zonas rurais das zonas não rurais a OCDE estabelece uma distinção entre unidades administrativas locais (UAL de nível 1 ou 2) e regiões (nível NUTS 3) (OECD, 2011). Uma unidade territorial local é considerada rural se a sua densidade populacional for inferior a 150 habitantes/km². As regiões (NUTS 3) distinguem-se pelo seu índice de ruralidade, ou seja, pela proporção da sua população que reside em unidades territoriais locais rurais. Segundo a OCDE há, ainda, três tipos de regiões:

- **Regiões predominantemente rurais:** mais de 50 % da população vive em unidades territoriais rurais;
- **Regiões relativamente rurais ou intermédias:** entre 15 e 50 % da população vive em unidades territoriais rurais;
- **Regiões predominantemente urbanas:** menos de 15 % da população vive em unidades territoriais rurais.

No seguimento do referido no parágrafo anterior e analisando agora o contexto português, o Instituto Nacional de Estatística (INE) construiu em 1996 uma Tipologia das Áreas Urbanas (TIPAU) suportada na unidade administrativa de base, a freguesia (Monteiro, 2000). O conceito de TIPAU, definida com base em limiares de população e de densidade, evoluiu ao longo dos anos adicionando critérios de planeamento para identificar três níveis:

- **Áreas predominantemente urbanas (APUs);**
- **Áreas medianamente urbanas (AMUs);**
- **Áreas predominantemente rurais (APRs).**

A TIPAU 2014 actualmente em vigor, assenta em critérios quantitativos e qualitativos objectivos, facilmente operacionalizáveis e que asseguram a comparabilidade entre classificações (Tabela 4).

Tabela 4: Requisitos e categorias de classificação das freguesias
 Fonte: Instituto Nacional de Estatística, (2014)

	Área predominantemente urbana (APU)	Área mediantemente urbana (AMU)	Área predominantemente rural (APR)
REQUISITOS ²⁷	O maior valor da média entre o peso da população residente na população total da freguesia e o peso da área na área total da freguesia corresponde ao espaço urbano, sendo que o peso da área em espaço de ocupação predominantemente rural não ultrapassa 50% da área total da freguesia;	O maior valor da média entre o peso da população residente na população total da freguesia e o peso da área na área total da freguesia, corresponde a Espaço Urbano, sendo que o peso da área de espaço de ocupação predominantemente rural ultrapassa 50% da área total da freguesia;	Freguesia não classificada como "Área Predominantemente Urbana" nem "Área Mediantemente Urbana".
	A freguesia integra a sede da Câmara Municipal e tem uma população residente superior a 5.000 habitantes;	O maior valor da média entre o peso da população residente na população total da freguesia e o peso da área na área total da freguesia corresponde a espaço urbano, em conjunto com espaço semiurbano, sendo que o peso da área de espaço de ocupação predominantemente rural não ultrapassa 50% da área total da freguesia;	
	A freguesia integra, total ou parcialmente, um lugar com população residente igual ou superior a 5.000 habitantes, sendo que o peso da população do lugar no total da população residente na freguesia, ou no total da população residente no lugar, é igual ou superior a 50%.	A freguesia integra a sede da Câmara Municipal e tem uma população residente igual ou inferior a 5.000 habitantes;	
		A freguesia integra total ou parcialmente um lugar com população residente igual ou superior a 2.000 habitantes e inferior a 5.000 habitantes, sendo que o peso da população do lugar no total da população residente na freguesia ou no total da população residente no lugar, é igual ou superior a 50%.	

Da aplicação desta tipologia ao território de Portugal continental obtém-se a distribuição de freguesias por tipo de área ilustrada na Figura 16 (Monteiro, 2000).

²⁷ A freguesia deve contemplar, pelo menos, um dos requisitos referidos.

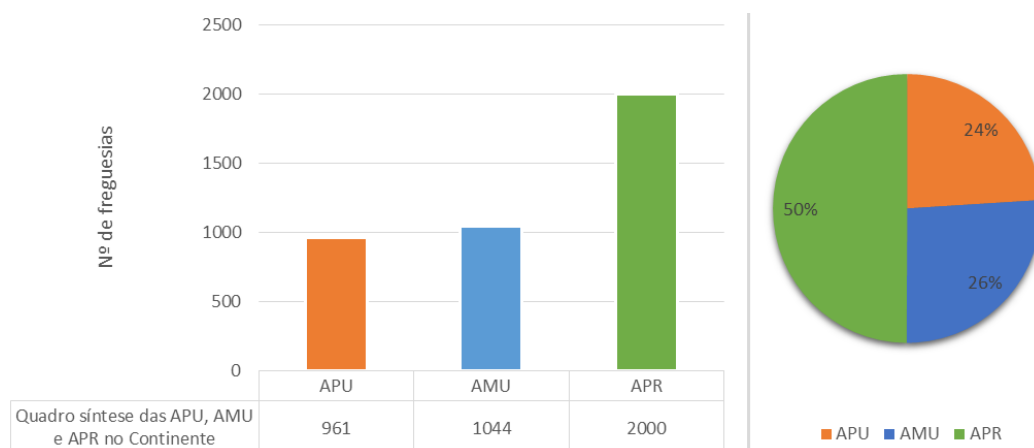


Figura 16: Quadro síntese das APU, AMU e APR em Portugal continental

Para além do enquadramento de natureza administrativa-estatística anteriormente apresentado, considera-se importante referir os conceitos subjacentes à classificação e qualificação do solo dentro da perspectiva regulamentar e restritiva do quadro legal em vigor. Neste sentido, a lei de bases da política pública de solos, ordenamento do território e urbanismo, Lei nº 31/2014 de 30 de Maio e a revisão do regime jurídico dos instrumentos de gestão territorial (RJIGT), aprovada pelo Decreto-Lei nº80/2015 de 14 de Maio, operou uma profunda reforma no modelo de classificação do solo, eliminando a categoria operativa do solo urbanizado e sendo o solo rural, agora denominado como rústico.

Deste modo, o solo urbano corresponde ao que está total ou parcialmente urbanizado ou edificado e, como tal, afecto em plano territorial à urbanização ou edificação. Por sua vez, o solo rústico corresponde àquele que, pela sua reconhecida aptidão, se destine, nomeadamente ao aproveitamento agrícola, pecuário, florestal, à conservação e valorização dos recursos naturais, à exploração de recursos geológicos ou de recursos energéticos, assim como o que se destina a espaços naturais, culturais, de turismo e recreio, e aquele que não seja classificado como urbano. (Figura 17).

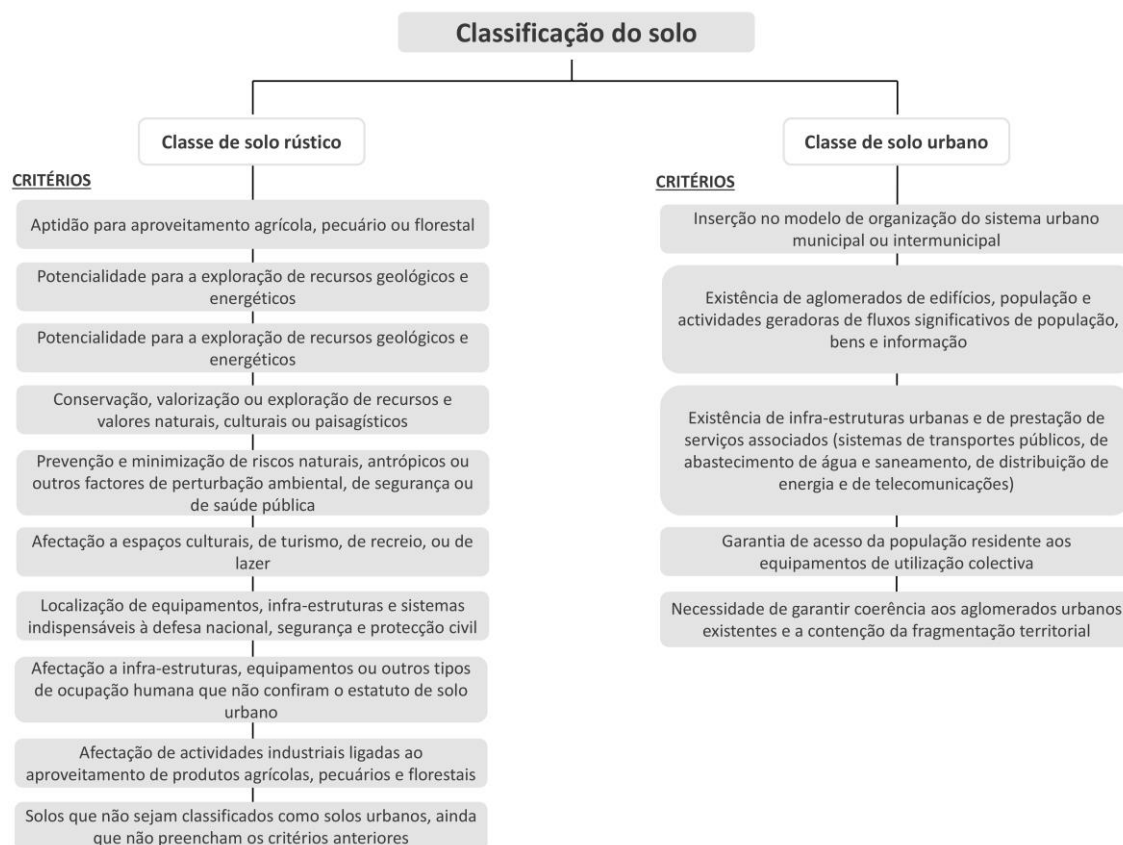


Figura 17: Classificação do solo e respectivos critérios

É evidente que este tipo de classificação assente na diferenciação entre as classes de solo rústico e de solo urbano, visa possibilitar uma base harmonizada de critérios que é diferente da classificação administrativa de natureza puramente quantitativa, utilizada principalmente para fins estatísticos. É pois, neste quadro, que a classificação do solo estabelecida nos planos territoriais de âmbito intermunicipal e municipal, traduz as opções de planeamento territorial que suportam a expressão da estratégia de desenvolvimento local e a concretização do correspondente modelo de organização territorial pretendido. O regime de uso do solo prevê ainda a opção da qualificação do solo que estabelece, com respeito pela sua classificação, o conteúdo do seu aproveitamento tendo por referência as potencialidades de desenvolvimento do território, fundamentais na análise dos recursos e valores presentes e na previsão dos usos e actividades do solo adequados. Neste sentido, a qualificação do solo é uma ulterior delimitação do espaço que se processa em plano territorial, através da sua integração em categorias e subcategorias do solo rústico e do solo urbano. É de referir que as categorias do solo rústico e urbano definem regras de ocupação, transformação e utilização bem definidas, privilegiando a função do uso dominante da classe em que se integram. Os princípios

fundamentais de compatibilidade, graduação, preferência de usos e estabilidade, que suportam a delimitação das categorias de solo, concorrem para uma articulação e complementaridade clara entre as diversas categorias como se apresenta de forma esquemática na Figura 18.

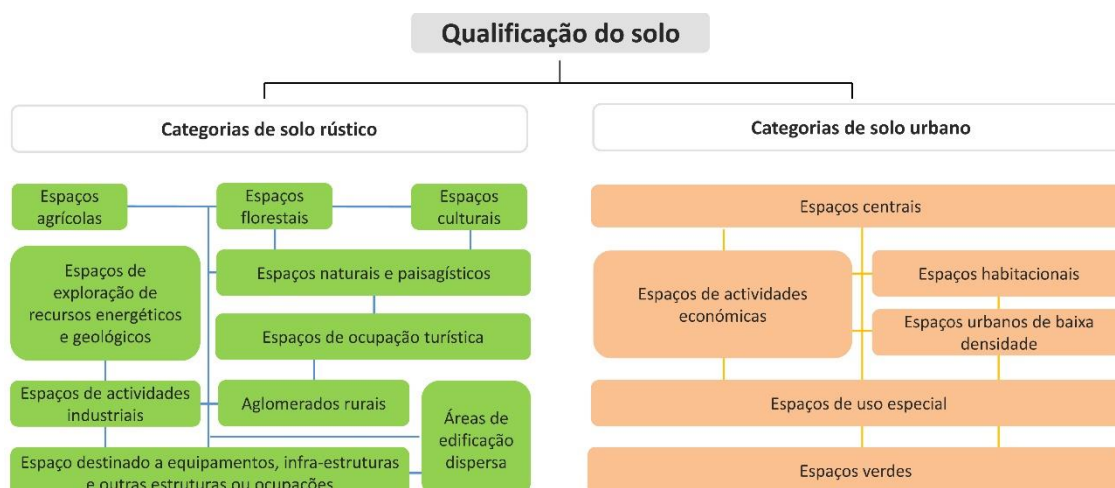


Figura 18: Categorias de solo rústico e urbano e respectivas relações de complementaridade

Como enquadramento ao presente trabalho, mostrou-se pertinente referenciar o conteúdo de cada um dos sistemas de classificação e qualificação do solo existentes, sendo estes de facto, um elemento-chave para o entendimento de cada processo de planeamento que à frente irá ser apresentado.

2.4 Planear e intervir no espaço

Um dos aspectos mais relevantes que inspirou esta investigação prende-se com a falta de um processo de planeamento, tecnicamente e estrategicamente sustentado, que possibilite o reforço da eficiência energética e a implementação das energias renováveis no quadro da elaboração do PDM. A importância associada a esta temática conduz à afirmação do território municipal e, em particular, o seu espaço rural, como uma realidade onde se pretende implementar um processo de planeamento energético sustentável. Neste sentido, a presente secção surge com o intuito de contextualizar a questão da investigação no âmbito dos conceitos teóricos e processos práticos próprios das actividades de planeamento e intervenção no espaço. Uma vez que se definiu o espaço e se entenderam os conceitos subjacentes à sua delimitação, percebe-se agora que as teorias de planeamento não se limitam a absorver passivamente os objectivos estraté-

gicos, mas sim a transpô-los, de forma espacial e funcional no território, através de determinados processos operativos. Posto isto, esta fase da investigação encontra-se organizada em três subsecções inter-relacionadas entre si:

- introdução ao tema da organização do território;
- análise e síntese da bibliografia de referência sobre os processos de planeamento;
- reflexão crítica sobre a realidade do processo de planeamento em Portugal com especial ênfase para a figura do Plano Director Municipal.

Assim sendo, não se pretende efectuar uma compilação técnica exaustiva, mas essencialmente reunir contributos, ainda em termos conceptuais, que apoiem a formulação da metodologia de intervenção no espaço rural que adiante se irá propor no âmbito do capítulo do modelo teórico.

2.4.1 A organização do território: uma visão estratégica

A organização do território emerge como o resultado da dicotomia entre a crescente complexidade, diversidade e indeterminação da sociedade e as diferentes acções de gestão e planeamento implementadas às várias escalas em simultâneo. A este respeito Ferrão (2011) refere que o ordenamento do território como forma de governança/política pública, o planeamento como processo de diagnóstico e intervenção e o território como referencial, constituem os três domínios chave aos quais é atribuída a função de tornar visível e concretizar um futuro socialmente aceitável e estrategicamente sustentável. Neste quadro é de salientar que as acções de ordenamento e planeamento territorial convergem para preocupações analíticas, avaliativas e normativas comuns, que permitem tomar decisões e definir prioridades levando simultaneamente em conta princípios e valores abstractos e as particularidades próprias de situações e contextos específicos.

A natureza integrada, estratégica e prospectiva do ordenamento do território reflecte-se no quadro coerente de intervenções que viabilizam um modelo de desenvolvimento de médio e longo prazo. Nesse sentido, estratégias e modelos de desenvolvimento surgem como elementos orientadores imprescindíveis na definição dos objectivos, âmbitos e metodologias de intervenção que dão corpo ao planeamento e gestão do território (Amado, 2009).

A relação de interdependência entre ordenamento do território e desenvolvimento é um aspecto chave quer para formular instrumentos de gestão do território (IGT) coerentes, quer para implementar os próprios processos de planeamento que lhe estão associados. Assim, falar de ordenamento do território implica falar de planeamento, pois estes dois conceitos complementam-se. Importa pois referir, que a operacionalização das políticas do ordenamento do território é fundamentalmente conseguida através do processo de planeamento. A reflexão²⁸ de Ferrão (2011) sobre esta temática evidência a dinâmica de convergência dos sistemas nacionais de ordenamento do território que, se verificaram mais recentemente na União Europeia, quer no âmbito das interações entre a implementação dos objectivos do ordenamento do território, quer no papel do próprio processo de planeamento (Figura 19).

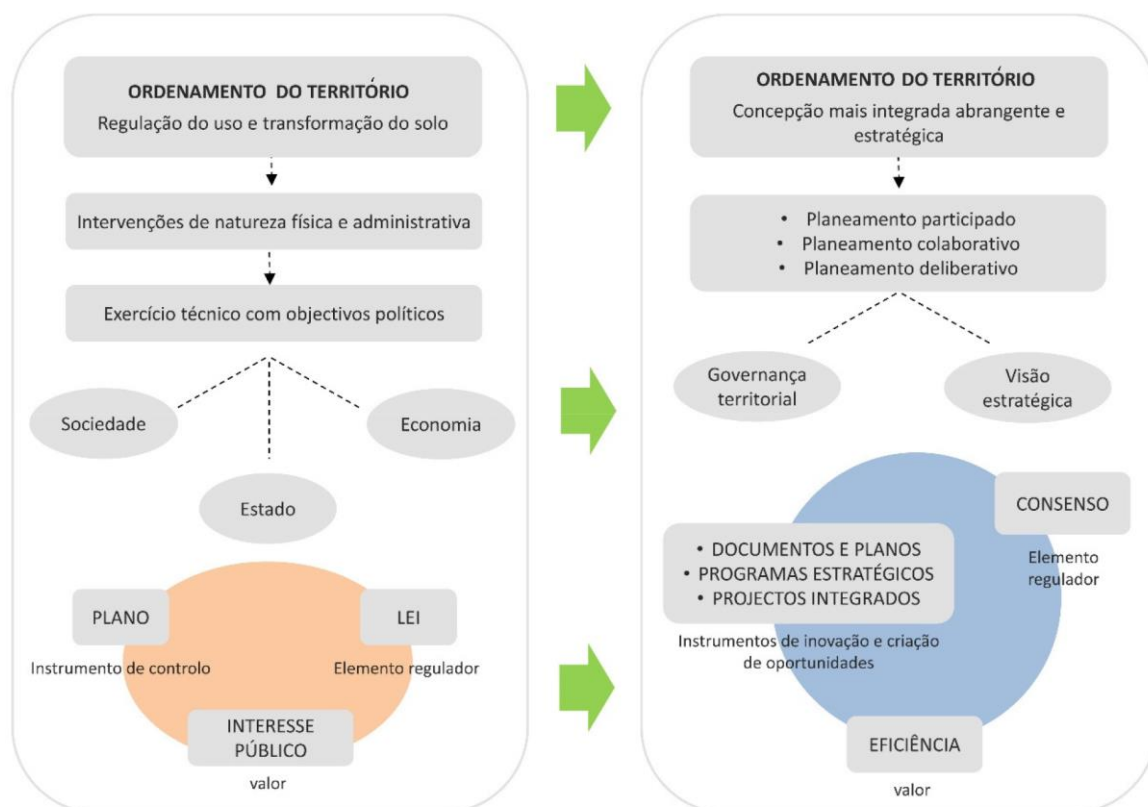


Figura 19: Dinâmicas de convergência dos sistemas nacionais de ordenamento do território

²⁸ Este autor, no livro citado – O ordenamento do território como política pública – sintetiza a evolução dos sistemas e culturas de ordenamento do território existentes na Europa, evidenciando a dinâmica de convergência que tem vindo a caracterizar as políticas de ordenamento do território. A relação mútua entre ordenamento do território e planeamento constitui uma importante base de reflexão, sobretudo se a ideia é enquadrar um novo processo de intervenção no território, em relação às questões energéticas nas áreas rurais.

Os grandes patamares do Estado, da Sociedade e da Economia, englobados no conceito de governança e de visão estratégica, permitem a concepção de objectivos mais integrados, sendo o planeamento o instrumento chave para a sua concretização. Apesar de não haver uma relação sequencial entre o ordenamento e o planeamento, em termos metodológicos, o ordenamento situa-se a montante, ou seja, enquanto o ordenamento faz o reconhecimento da realidade, o planeamento intervém nela sendo por isso mais operativo (Pardal e Costa Lobo, 2000). Decorrente destas considerações, emerge que o processo de planeamento possui uma admirável capacidade para enquadrar as orientações do ordenamento do território para a sua própria actividade de projecção de futuros modelos e contextos, antecipando desenvolvimentos e avaliando as consequências potenciais da implementação do processo. Mas, no âmbito de questões exploratórias, em que o reforço da eficiência energética e a implementação das energias renováveis têm de ser operacionalizadas à escala do território, que processo de planeamento considerar?

Entre as várias abordagens desenvolvidas à temática na literatura é possível encontrar diversificadas definições teóricas para o conceito, umas mais restritas e outras mais abrangentes. Assim, considera-se importante serem salientadas no contexto da presente tese, as seguintes definições de planeamento:

“... quando o homem implementa uma acção definitiva e consciente que molda e modela o seu próprio ambiente” (Abercrombie, 1933);

“... é o processo para determinar uma acção futura através de uma sequência de escolhas” (Davidoff e Reiner, 1962);

“... é a aplicação do método científico à decisão política” (Faludi, 1973);

“... é fazer escolhas entre as opções que parecem ser viáveis no futuro, e a seguir assegurar a sua implementação que depende da alocação dos recursos necessários” (Roberts, 1974);

“... é considerado um instrumento de política de ambiente, sobretudo no relativo à sua intervenção prospectiva e antecipava e não tanto pelas intervenções de carácter retrospectivo, situação esta que reforça a necessidade de desde o início do processo se

proceder à integração da componente ambiental no planeamento”(Fidélis, 2001, citando Pinho, 1988);

“Actividade social deliberada que visa desenvolver uma estratégia ideal de acção futura, para realizar um conjunto desejável de objectivos e para resolver problemas em contextos complexos ...” (Alexander, 1992);

“... prática profissional que procura relacionar formas de conhecimento com formas de acção, no âmbito do domínio público” (Friedmann, 1993);

“... processo focado no entendimento da relação entre paisagem humanizada e processos ecológicos e físicos que directamente e indirectamente possibilitam a existência da sociedade” (Lein, 2003);

“... processo que considera o território não como um suporte técnico, onde é possível transformar tudo aplicando o método do zonamento para a qualificação das funções económicas e regular o uso da propriedade, mas como lugar denso de história, de signos, de valores que podem ser transformados em recursos para a produção de riqueza duradora e que pode ser assim valorizado e transmitido às gerações futuras (Magnaghi, 2010).

A definição de Abercombie evidencia o contexto histórico em que começa a surgir uma concepção moderna de planeamento, com preocupações associadas ao impacto de natureza definitiva da acção do homem no território.

A definição de Davidoff e Reiner introduz a noção de futuro e de planeamento como processo racional, que deve enquadrar etapas e fases operativas para suportar as intervenções no território.

A definição de Faludi considera que o planeamento é uma actividade de tomada de decisão política, suportada pela aplicação de um método científico. A importância da cientificidade do método que este autor salienta, reforça a abordagem de tipo racional do planeamento em relação à sua capacidade de mudar o território.

A definição de Roberts salienta a dimensão sectorial do planeamento como processo de decisão futura que deve assegurar uma correcta alocação dos recursos neces-

sários. Muito embora a definição desta autora não explicita o conceito de sustentabilidade subjacente à noção de preservar e salvaguardar os recursos não renováveis, já se evidenciam as necessárias interdependências entre o planeamento e a definição de objectivos e programas de longo prazo.

A posição de Pinho, citado por Fidélis (2001:70) quando reforça a relevância do planeamento para a protecção do ambiente, aborda o importante papel do planeamento enquanto instrumento de política de ambiente e desenvolvimento sustentável. Esta definição é particularmente relevante para a presente investigação sendo as contribuições que se seguiram sobre a integração da componente ambiental e da sustentabilidade no planeamento, uma referência essencial a ter em conta no desenvolvimento de qualquer metodologia que incidirá no processo de planeamento.

A definição de Alexander mostra uma evolução da abordagem teórica ao conceito de planeamento que proporciona uma visão mais integrada face à necessidade de tomar decisões acertadas, com critérios de racionalidade num contexto cada vez mais complexo e com um número de variáveis incerto.

A definição de Friedmann atribui particular importância ao valor do conhecimento associado às formas de acção no domínio político e a articulação entre aqueles aspectos. Na afirmação deste autor reside também um facto importante a ter em consideração: é praticamente impossível separar o conhecimento técnico, próprio do planeamento, dos processos e interesses inseridos em cada sistema político institucional.

A definição de Lein acrescenta à anterior áreas de intervenção específicas, garantindo que o desenvolvimento da sociedade se processe de modo equitativo tendo em consideração, por um lado, o ambiente físico existente e, por outro, retomando as preocupações ecológicas já introduzidas por McHarg (1969), no seu célebre livro “Design with nature”.

Por fim, a definição de Magnaghi mostra que o planeamento tem a ver com o dar resposta às questões levantadas pelo desenvolvimento sustentável, envolvendo propostas para o futuro passíveis de adaptação à realidade de cada situação e à promoção da produção de uma riqueza duradoura, ou seja, uma riqueza obtida a partir da utilização dos recursos renováveis existentes no local de intervenção. A definição deste

autor assume particular importância na interpretação da realidade contemporânea e das preocupações mais recentes geradas pela insustentabilidade do modelo de desenvolvimento das sociedades.

Das definições acima referidas ressalta de forma evidente a evolução do conceito de planeamento em função da crescente consciencialização, por parte dos diferentes intervenientes no processo, para a importância da preservação dos recursos não renováveis. No entanto, o contexto evolutivo do planeamento ficou marcado também por determinados eventos institucionais que foram particularmente relevantes na produção e difusão das estratégias discursivas para promover a questão intergeracional do desenvolvimento.

A Conferência de Estocolmo, em 1972, foi central na definição dos moldes para associar a problemática ambiental à problemática social e daí reivindicar ser fundamental para o equacionamento de ambas a aceleração do processo de desenvolvimento assente no avanço tecnológico e no crescimento económico (Machado, 2006). A introdução da temática da sustentabilidade nos finais da década de 80, mais propriamente em 1987, com o Relatório Brundtland, tem vindo a criar uma maior abertura do planeamento em relação à interdependência de todas as três vertentes do desenvolvimento: AMBIENTAL– ECONÓMICA – SOCIAL (Fidélis, 2001). Uma década depois, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como RIO-92, reforçou-se a consensualidade atribuída à necessidade de promover um novo modelo de desenvolvimento. No seguimento desta abordagem institucional surge a AGENDA 21 que constitui um documento orientador dos governos, das organizações internacionais e da sociedade civil, para o desenvolvimento sustentável, visando conciliar a protecção do ambiente com o desenvolvimento económico e a coesão social (APA, 2007).

As questões discutidas em RIO-92 e as crescentes problemáticas que o planeta veio demonstrar em relação às alterações climáticas levou a que em 1997, os países desenvolvidos assinassem o Protocolo de Quioto. Este documento consiste provavelmente no mais ambicioso e abrangente acordo internacional em matéria de tornar operacional e dar eficácia jurídica aos objectivos de mitigação das alterações climáticas. Com efeito, a partir do Protocolo de Quioto ficou claro como as preocupações com as

alterações climáticas e a limitação e redução das emissões de GEE devem ser acrescentadas aos objectivos iniciais de desenvolvimento e da sustentabilidade.

Os compromissos acordados internacionalmente nos aspectos económico, social e ambiental têm vindo a assumir um papel preponderante e decisivo com a Declaração do Milénio, adoptada em 2000. De facto, esta declaração de parceria entre os países desenvolvidos e os países em desenvolvimento, fecha um ciclo tendo em vista criar as bases, tanto a nível nacional como mundial, que conduzam ao desenvolvimento sustentável com a identificação dos desafios centrais enfrentados pela Humanidade no limiar do novo milénio. Quase 40 anos após a conferência de Estocolmo, os desafios - e oportunidades - do desenvolvimento sustentável são mais relevantes do que nunca. É possível afirmar que o conceito de planeamento tem acompanhado a agenda definida pelo desenvolvimento sustentável através de um processo dinâmico de adaptação, integração e acção (Figura 20).

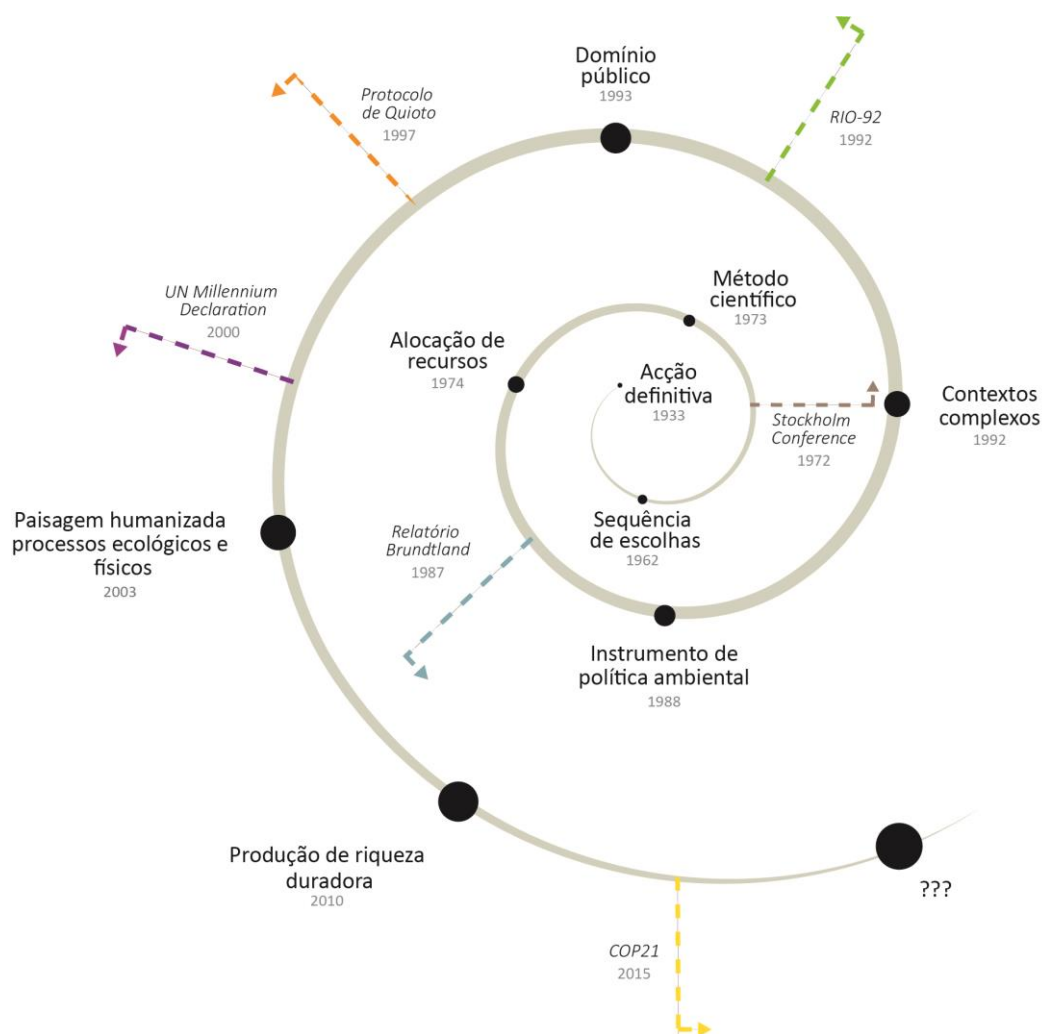


Figura 20: Evolução do processo de adaptação, integração e acção no conceito de planeamento

No entanto, é importante ter consciência de que os actuais instrumentos de intervenção no território, por mais ajustados que sejam para contribuir de forma mais eficaz para o desenvolvimento sustentável, pouco mais proporcionam do que pequenos progressos. Isto é hoje mais verdadeiro do que nunca, como demostram as questões discutidas na última Conferência das Nações Unidas para o Clima (COP 21) para reforçar a luta contra as alterações climáticas e o aquecimento global. Este cenário permite um pensamento que se pode resumir na problemática abordada ao longo desta subsecção e que é: qual a abordagem mais eficaz para, no futuro, transformar em sucesso os objectivos não atingidos no passado perante das necessidades que continuam actuais?

2.4.2 Processos de planeamento: quadro conceptual

Esta subsecção procura analisar e sistematizar os diferentes processos e respectivas etapas fundamentais, que suportam os modelos de planeamento existentes, levando em conta a racionalidade objectiva e instrumental de cada um destes. Este entendimento é de facto essencial para a correcta inclusão do reforço da eficiência energética e da implementação das energias renováveis no processo de planeamento, em todas as suas escalas e campos de acção. As abordagens teóricas do planeamento dão, de um modo geral, um lugar de destaque ao processo de planeamento, no que respeita à conceptualização das finalidades da acção, à identificação e à caracterização de meios/instrumentos a utilizar e à avaliação de possíveis alternativas.

A importância do processo - fonte indispensável de operacionalidade – está bem patente nalguns dos modelos adoptados do passado, cujos objectivos e passos fundamentais a seguir se sintetizam. A evolução do processo de planeamento, tal como o seu conceito, foi acompanhando as diversas circunstâncias económicas e, como referido, as mais recentes questões sociais e ambientais. Cronologicamente, ao longo dos séculos XIX e XX, o crescimento da actividade industrial, as novas necessidades da população e sobretudo a concorrência do desenvolvimento urbano com o espaço rural, conduziram à necessidade de dar respostas espaciais e jurídicas aos fenómenos críticos em curso. Citando Chadwick (1978), a vertente do planeamento nas suas diferentes escalas, é assumida como uma forma de optimização antecipada da afectação dos recursos que é

inerente à própria condição humana. Para tal o discurso do processo é tomado rapidamente como um elemento essencial para a operacionalidade da acção de planeamento (Amado, 2009).

Os fenómenos de transformação das cidades no início do século XX, a reconciliação entre a ciência, a moral e a estética, representam o enquadramento no que teve papel de relevo o trabalho de Patrick Geddes, um dos principais precursores do planeamento regional (Sarmiento, 2004). Para este autor, as cidades localizam-se no campo e são o seu produto (Geddes, 1915), perspectiva esta, que promove o levantamento dos recursos da região natural, seguido pelas respostas humanas a esses mesmos elementos, e finalmente pela análise das complexidades das paisagens culturais resultantes (Sarmiento, 2004). Surge assim o seu famoso processo de planeamento que possui uma estrutura em três etapas, simples, objectiva e de fácil aplicabilidade (Figura 21).

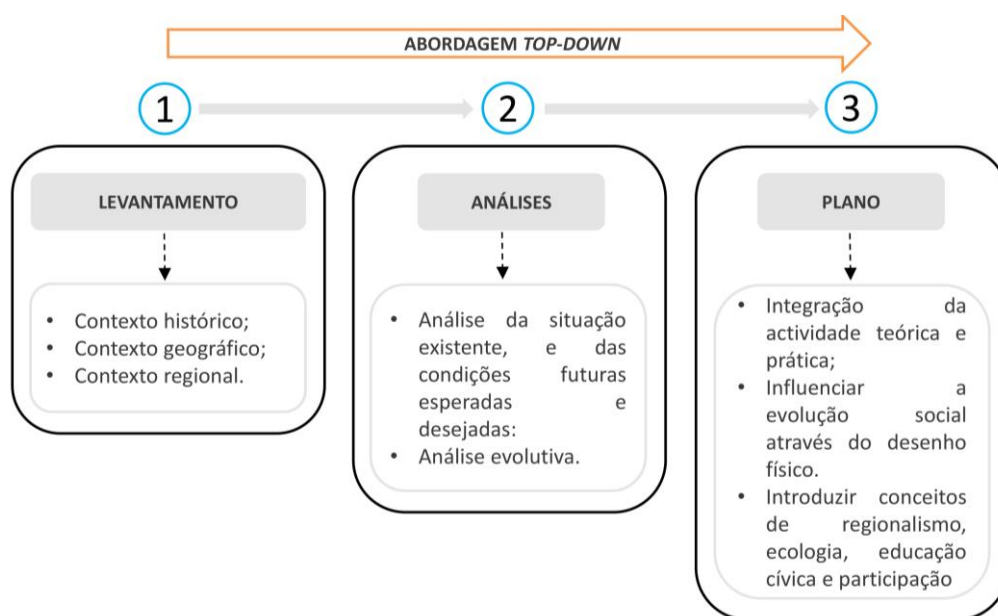


Figura 21: Esquema de síntese do processo de planeamento de Patrick Geddes, (1915)

É possível afirmar que a partir da abordagem regionalista de Geddes, as teorias e processos de planeamento têm vindo a evoluir com base a sua aplicabilidade e eficácia, na resolução dos problemas originados pelo desenvolvimento da sociedade. A partir da década de 1930, surge o modelo de planeamento racional-estratégico, dominado pelo desenho e interpretação da figura do plano, não como produto mas como processo de decisões (Fera, 2002). O primeiro processo relacionado com este modelo de planeamento foi aplicado por Harlow Person em 1937, durante a elaboração do plano de água

do Mississípi (Friedmann, 1987). Este processo desenvolve-se em 5 diferentes fases que demonstram uma grande objectividade e racionalidade científica.

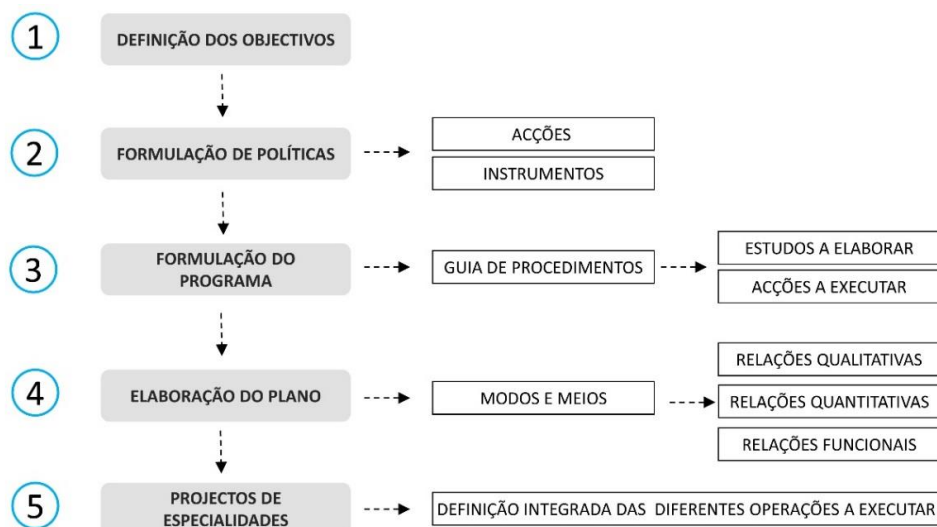


Figura 22: Esquema de síntese do processo de planeamento de Harlow Person, (1937)
Fonte: adaptado de Fera, (2002)

A construção teórica-metodológica do processo de planeamento como ciência racional continuou a evoluir ao longo dos anos focando sobretudo as questões económicas dos sistemas urbanos. Deste modo, surge a abordagem sistémica que começa a ser desenvolvida e aplicada na formulação de objectivos, construção de modelos e avaliação de alternativas diferentes, considerando a cidade como um sistema dinâmico composto de várias vertentes: a espacial (habitação, produção, consumo), as redes (relações entre os diferentes sistemas espaciais, distribuição de bens e meios e os fluxos: energia, matérias primas, pessoas (Fera, 2002). O modelo ilustrado corresponde ao processo de planeamento sistémico preconizado por dois autores: McLoughlin (1969) e Chadwick (1978). Este processo considera o plano como um processo cíclico de acções-efeitos no território, que necessitam da avaliação da situação proposta para avançar com a sua implementação ou, caso contrário, reformular os objectivos e redefinir o processo de planeamento (Fera, 2002).

O planeamento sistémico, difere da abordagem *top-down* de Geddes, sendo esse um processo contínuo, que se concentra nos objectivos do plano e nas formas alternativas de alcançar os objectivos (Hall, 1992). Deste modo, é posta ênfase na formulação de alternativas, a partir das quais as consequências podem ser avaliadas para a tomada de decisão futura (Figura 23).

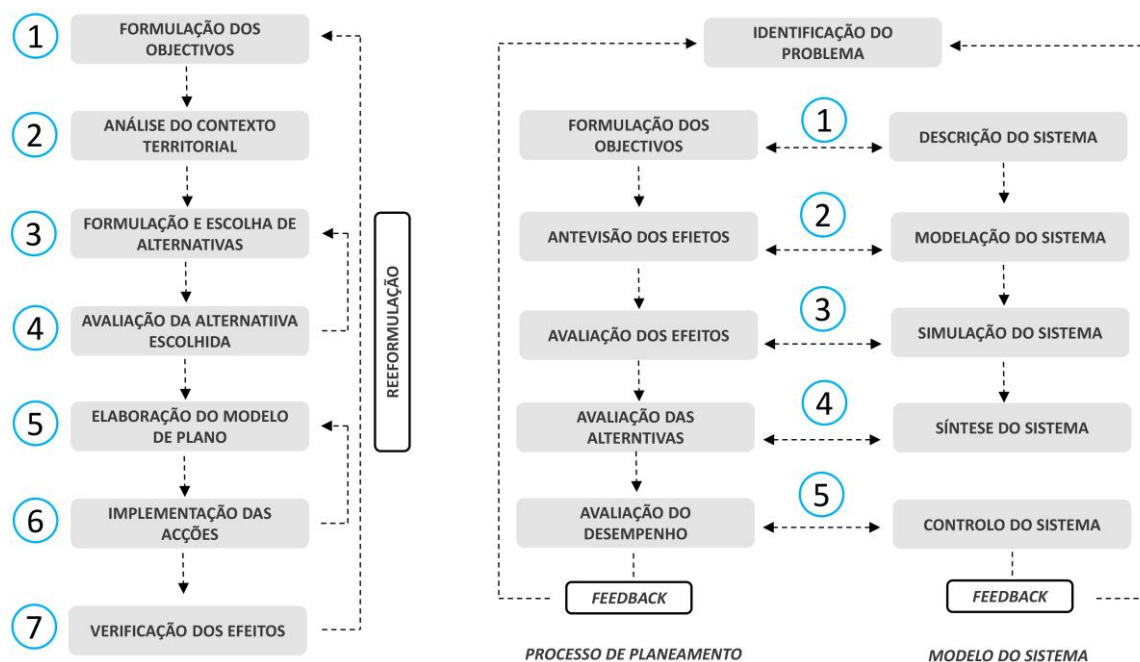


Figura 23: Esquema de síntese do processo de planeamento de McLoughlin (1969) e Chadwick (1978)

Na década de 1970, a natureza e os determinantes da urbanização entraram no debate sobre qual o papel do planeamento face a estas questões. Neste contexto, Friedmann (1969), salienta o facto de o modelo de planeamento racional ser tipicamente estruturado de acordo com uma sequência linear de etapas ou fases que são abordadas de forma progressiva. Ainda de acordo com este autor, no processo de planeamento racional existe uma tendência para separar a fase da concepção do plano da fase da sua implementação, facto este, que constitui a seguir, uma grande fragilidade em relação à eficácia da própria implementação.

A este propósito Friedmann desenvolve um modelo de planeamento onde o processo se centra entre o conhecimento e a acção organizada. A acção e o planeamento são assim unidos numa única etapa, ultrapassando a clássica distinção conceptual do planeamento entre DECISÃO-IMPLEMENTAÇÃO-ACÇÃO (Figura 24).

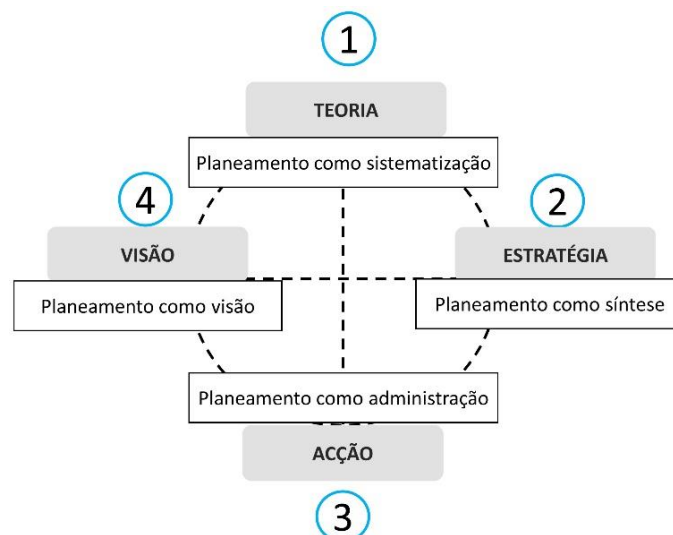


Figura 24: Esquema conceptual do processo de planeamento de Friedmann, (1987)

Mas se a fase da implementação assume assim grande relevância, como se implementa de forma prática um plano? De acordo com Barrett e Fudge (1981), a implementação concretiza-se através da formulação de políticas. Por outro lado, Bardach (1977) refere que o sucesso da fase de implementação decorre da elaboração de políticas mas também de acções específicas. De facto, é possível afirmar que estes autores antecipam as bases do modelo de planeamento como forma de comunicação. Neste sentido, é na década de 1980 que o processo de planeamento começa a preocupar-se não só com o “como fazer as coisas”, mas também com o “como fazer para que as coisas aconteçam”. Resulta interessante como o tema da comunicação entre actores para encontrar as condições que possibilitam, a seguir, a implementação do plano, surge da crítica da sociedade capitalista do filósofo e teórico social Habermas (1979). A teoria deste autor é importante para ter em conta o papel da participação, entendida como comunicação essencial entre actores e diversos *stakeholders* de um território, e da negociação como tipo de comunicação de natureza interpessoal, desenvolvida a nível público-privado e institucional.

A evolução do processo de planeamento foi assim acompanhando as diversas circunstâncias económicas, desenvolvendo ao mesmo tempo preocupações associadas às questões sociais e ambientais. Neste contexto interessa referir o célebre processo de planeamento ecológico desenvolvido por McHarg (1969), que teve uma enorme importância para a elaboração de futuras abordagens à temática do planeamento e recentemente à interligação com o conceito de desenvolvimento sustentável (Amado, 2009). É

de salientar que as etapas deste processo apresentam uma maior preponderância da análise e caracterização do meio, introduzem a participação da população e valorizam a fase da gestão/administração (Figura 25).

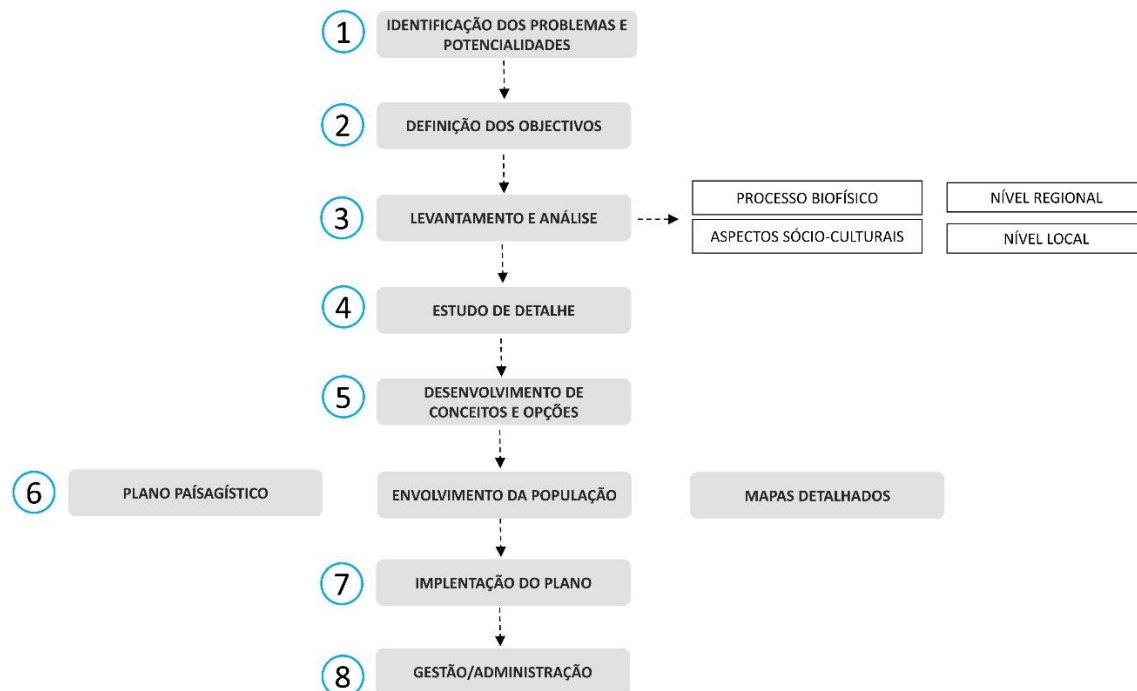


Figura 25: Esquema de síntese do processo de planeamento de McHarg, (1969)

Da análise dos modelos apresentados de matriz respectivamente regionalista/evolutiva, sistémica/estratégica, activa e ecológica, é possível verificar que o processo de planeamento tem vindo a adoptar etapas comuns, tais como a definição de objectivos e a avaliação das soluções em face de cenários e de alternativas, transportando para o processo um potencial que não seria possível obter com os métodos tradicionais.

A partir da segunda metade da década de 1970, os processos de planeamento têm vindo a desenvolver uma modificação radical na sua base operativa decorrente da relação conflituosa entre o crescimento da população humana, a exploração de recursos naturais e os problemas ambientais (Meadows e Club of Rome, 1972). No entanto, decorrente do início da crise ecológica global em 1980, e do surgimento do conceito de desenvolvimento sustentável, a protecção do ambiente natural começa a ser considerada como um aspecto a promover através da formulação de um processo de planeamento, direccionado para as comunidades e as suas necessidades, que tem em conta as consequências sociais, ecológicas, económicas entre outros aspectos (Slocombe, 1993).

De acordo com Fidélis (2001), a evolução da integração da componente ambiental no processo de planeamento não foi um processo linear. Neste contexto, Selman (2002) salienta que o planeamento ambiental começa a se afirmar como processo formal de gestão do território que orienta e controla o ambiente construído, as infra-estruturas e as alterações do uso do solo, e como actividade genérica que envolve a previsão do futuro e a alocação estratégica dos recursos físicos e humanos. O mesmo autor refere que o processo de planeamento ambiental é alicerçado numa base de matriz racionalista, que implica uma sequência cíclica de 6 fases (Figura 26) (Selman, 2002).



Figura 26: Esquema de síntese do processo de planeamento de Selman, (2002)

Neste processo, a ênfase em cada etapa é posta nas questões ambientais, que são tratadas como condicionantes para a garantia de eficácia do processo, e nos mecanismos particulares de participação da população. Decorrente da integração da componente ambiental e da sua promoção através do planeamento, torna-se importante referir o surgimento de uma interpretação mais conservadora e focada no desenvolvimento e protecção dos recursos no meio rural (Van der Vlist, 1998; Selman, 2002). Esta posição é particularmente importante para a presente investigação porque permite introduzir, de forma coerente, a questão do planeamento rural que até agora ainda não foi referida. De facto, o planeamento rural é uma disciplina que tem evoluído de forma lenta e pontual ao longo dos anos. Entre os países industrializados, os Países Baixos e o Reino Unido são conhecidos por ter os sistemas mais desenvolvidos em termos de planeamento rural e regional (Lassey, 1977). Contudo, os fenómenos à grande escala, como a expansão das cidades, a afirmação dos modelos de vivência urbana e a crescente necessidade de actividades de lazer e habitação, têm vindo a repercutir-se na forma de gestão e planeamento dos espaços rurais, acentuando assimetrias bem notórias, suportadas pelos conflitos de interesses em jogo (Firmino, 1999).

É neste sentido que surge uma das mais valias do processo de planeamento que se pretende desenvolver nesta investigação, ou seja, um processo de planeamento que ponha em especial relevo o papel das áreas rurais e a sua função de suporte ao modelo de desenvolvimento dos territórios. Desta afirmação, e porque intervir na temática do

planeamento pressupõe o relacionamento dos objectivos do desenvolvimento sustentável, é a seguir analisada a integração da sustentabilidade no processo de planeamento. Segundo Shorten, citado por Amado (2009:42), os princípios do desenvolvimento sustentável devem ser apoiados num processo de integração holística de análises e acções tendo como visão a integração do ambiente de acordo com o esquema seguinte (Figura 27).

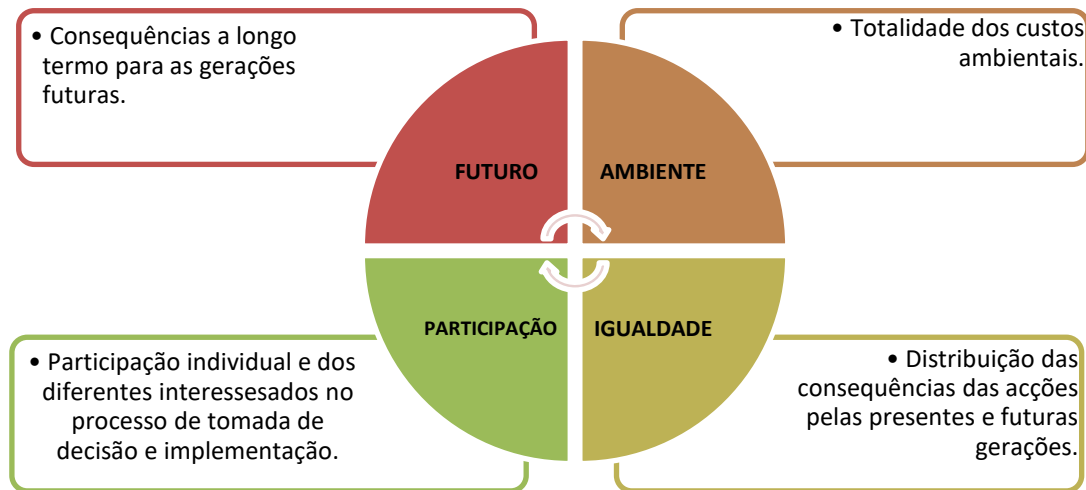


Figura 27: Desenvolvimento sustentável: processo de integração holística de análises e acções
Fonte: adaptado de Amado (2009:42)

Em síntese pode-se referir que no campo teórico os métodos do planeamento ambiental dão resposta no seu conjunto à quase totalidade das questões do desenvolvimento sustentável. Segundo Amado (2009), a pertinência de o planeamento enquadrar o desenvolvimento sustentável faz com que os seus instrumentos, que controlam a localização, a construção, o nível de qualidade dos espaços e, por último, a qualidade de vida das populações, se tornem adaptáveis para que, com a integração da componente ambiental no processo, se possa prevenir a perturbação que as acções de planeamento possam causar ao equilíbrio ecológico e permitam considerar o deferimento das perturbações entre os diferentes espaços temporais e geracionais.

O processo que possibilita dar resposta às questões acima referidas apresenta diferentes etapas e acções complementares a cada uma destas (Figura 28), devendo estas acções ser combinadas da forma mais adequada ao problema a abordar (Amado, 2009).

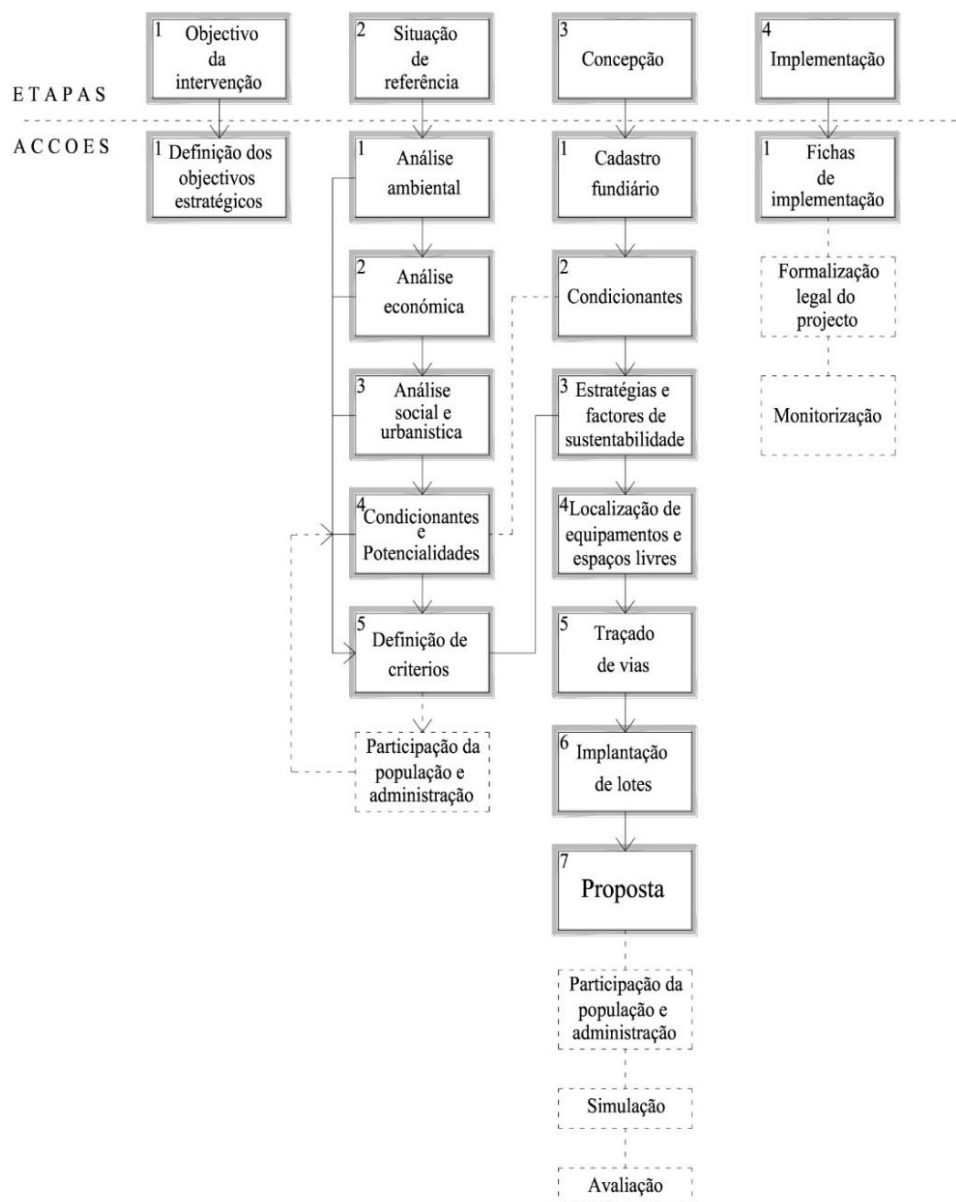


Figura 28: Estrutura do processo de planeamento urbano sustentável
Fonte: Amado, (2009)

O processo desenvolvido por Amado coloca em primeiro plano a necessidade de as intervenções do planeamento terem de passar a corresponder a exigência teórica e competência técnica, e que, o momento da tomada de decisão tenha sido suportado por um método que define os pressupostos de desenvolvimento sustentável inerentes a cada acção. Neste sentido, o processo procede a uma caracterização e análise multidisciplinar da situação de referência, considera diferentes cenários-bases face a combinação dos diagnósticos de base local e global e avalia por antecipação as consequências da implementação das acções definidas.

2.4.3 O sistema de planeamento em Portugal e a relevância da figura do PDM

Depois do caminho percorrido na subsecção anterior, tanto no plano teórico como no plano prático, pretende-se agora reflectir sobre o sistema de planeamento em Portugal e entender qual a relevância da figura do PDM no âmbito dos instrumentos de planeamento e ordenamento do território. Como enquadramento ao presente trabalho, mostra-se pertinente apresentar uma análise sintética do enquadramento jurídico e administrativo do sistema de planeamento, e evidenciar os diferentes objectivos de intervenção e as relações entre programas e planos territoriais. Pela Lei nº 31/2014 de 30 de Maio foram recentemente reestabelecidas as bases gerais da política pública de solos, de ordenamento do território e de urbanismo, o seu quadro conceptual e administrativo.

O sistema de planeamento actualmente em vigor organiza-se assim num quadro de interacção coordenada, que se reconduz aos âmbitos nacional, regional, intermunicipal e municipal, em função da natureza e da incidência territorial dos interesses públicos prosseguidos (Lei n.º 31/2014 de 30 de Maio, 2014). Entre estes, destaca-se a importância dos PDMs nas opções próprias de desenvolvimento estratégico local, no regime de uso do solo e na respectiva execução. Acrescenta-se ainda que os planos territoriais de âmbito municipal revelam a maior abrangência em termos de objectivos e responsabilidades, sendo que devem desenvolver e concretizar as orientações definidas nos programas territoriais preexistentes de âmbito nacional ou regional, com os quais se devem compatibilizar (Figura 29).

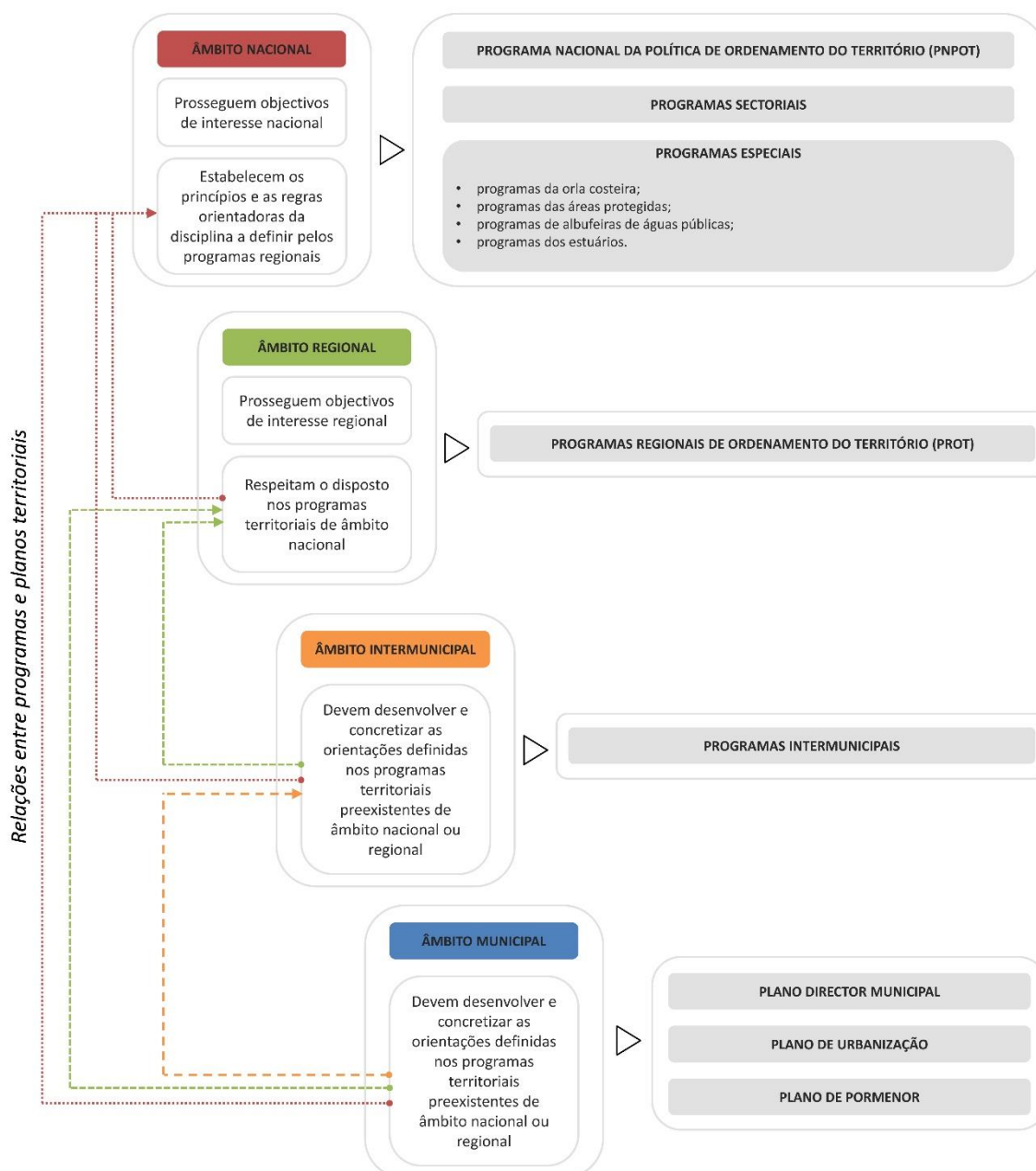


Figura 29: Esquema síntese do sistema de planeamento nacional

Fonte: Lei n.º 31/2014 de 30 de Maio, (2014) imagem da autora

Fidélis (2001) salienta que o PDM constitui um instrumento chave no desenho e controlo do desenvolvimento local. Carvalho (2005) ao abordar as questões da promoção imobiliária, refere que o PDM assentando nas escalas 1:25 000 ou 1:10 000, permite que a câmara municipal seja responsabilizada pela gestão da totalidade do seu território e não apenas pelas áreas urbanas. A reflexão deste autor tem particular relevância para entender que o planeamento municipal tem de promover um desígnio de âmbito territorial – nomeadamente, não considerando só as áreas urbanas mas também as áreas rurais para as presentes e futuras acções de planeamento do território. Por outro lado,

a fase de revisão dos PDM's (planos de segunda geração) surge como uma oportunidade e uma necessidade para elaborar metodologias e implementar acções promotoras do desenvolvimento sustentável. Esta situação é aquela que conduz à escolha da escala de intervenção ao nível do município, à qual será dirigido o alcance do balanço energético nulo, "Net-Zero", com base no reforço da sua eficiência energética e implementação das fontes de energia renovável.

2.5 Síntese de capítulo

Nesta primeira fase da investigação, foi seguido um percurso metodológico de análise e reflexão determinante para enquadrar o contexto de intervenção espacial e operativo da presente tese. A definição de espaço, quais os conceitos para a sua delimitação e como planejar e intervir nele, constitui um caminho lógico e consequente, tanto no plano teórico como no plano prático.

O estudo sobre as abordagens geográficas e do planeamento à noção do espaço tornou-se importante para compreender a essência deste conceito e o que é realmente o espaço rural seguindo a sua evolução ao longo dos séculos. O processo de desenvolvimento da sociedade afirmou a centralidade do espaço e do lugar, revelando necessidades de delimitação, planeamento e gestão para transformar o espaço físico que identifica o habitat do homem, enquanto produção e resultado das suas actividades e dos modelos de sociedade.

Neste sentido, colocou-se a importante questão "Espaço urbano e espaço rural: versus ou continuum?". Um debate infundável e que possibilita perspectivas de interpretação diferentes à medida das perspectivas sob o qual é analisado. O entender as "formas de invasão" dos modelos de construção da cidade modernista no campo, e por outro lado, a tendência de homogeneização decorrente das recentes teorias ecologistas e que suportam conceitos de sustentabilidade, permite abrir novos caminhos em termos de expressão ideológica e de planeamento, que poderão interessar o futuro dos espaços rurais.

Questiona-se assim, qual a efectiva contribuição que o planeamento e o seu processo prestam para a operacionalização do desenvolvimento e controlo do território. Neste contexto, as leituras sobre os processos de planeamento, o esclarecimento sobre os modelos de planeamento, a sua compreensão teórica e a análise das aplicações

práticas, resultam numa síntese que permite perceber os mecanismos conceptuais de base para a construção de uma nova abordagem.

Por fim, a referência obrigatória às estratégias e programas nacionais, regionais, e locais, que representam o quadro fundamental para concretização de cada objectivo e acção a implementar no território nacional. Neste âmbito, é importante destacar que o PDM, definindo o modelo de organização municipal do território, em linha com as estratégias e planos que lhe estão a montante, surge como instrumento privilegiado para articular os domínios de intervenção estratégica, que conduzem à definição do quadro de futuro desenvolvimento territorial ao nível local.

É este o contexto em que as questões do planeamento dos espaços rurais, que só excepcionalmente foram objecto de adequada consideração nos planos directores municipais, têm agora a oportunidade de ser introduzidos nos procedimentos de revisão em curso, podendo desempenhar uma função importante para o desenvolvimento dos municípios ao longo da próxima década.

Esta constatação contribuiu para reforçar a hipótese inicial, que suporta a proposição de um modelo de planeamento do município, e que deverá possibilitar que seja colmatada a falta de consideração das áreas rurais que aos PDM hoje se reconhece, e permitir a promoção de uma estrutura de balanço energético nulo, “Net-Zero”, no espaço rural, suportado na produção de energias renováveis e no reforço da eficiência energética.

CAPÍTULO III | ENERGIA PARA O FUTURO

O declínio e eventual exaustão dos combustíveis fósseis é pois como a chegada do Inverno para um povo que somente conhecia o Verão.

Robert Laughlin, 2012

3.1 Introdução

A energia é um dos pilares fundamentais do desenvolvimento da sociedade, constituindo ainda um factor determinante a ter em conta em qualquer processo de planeamento sustentável. No entanto, as consequências do actual modelo energético, suportado na queima de combustíveis fósseis têm vindo a aumentar, à escala global, acentuando os seus efeitos: crescentes padrões de procura de energia, aumento de emissões de GEE, contaminação do solo, da água e do ar, que se traduz num consumo desequilibrado de recursos, e contribui para um quadro de insegurança energética.

De acordo com Laughlin (2012), perante a necessidade de uma desejável diversificação das fontes de energia, é nas questões económicas, a “lei da selva”, que se rege a produção e os consumos dos combustíveis fósseis e onde se encontra ao mesmo tempo uma maior vulnerabilidade. Mas se o factor económico na energia desempenha um papel incómodo e preponderante, um outro aspecto decorrente da queima de combustíveis fósseis ressalta como crítico: a relação directa entre o aquecimento global

e o aumento das emissões de CO₂, como principal causa do efeito de estufa (OCDE/IEA, 2015). Ao longo do último século, os níveis de emissões anuais aumentaram a um ritmo cada vez maior e com o sector de energia como responsável das emissões durante os últimos 27 anos, em valor global igual ao emitido desde o início da Revolução Industrial (OCDE/IEA, 2015).

O quadro geral descrito, reflecte os resultados do modelo de desenvolvimento energético actual que não está a ser enquadrado de forma sustentável, mas centrado maioritariamente em medidas pontuais e em relação ao qual: “There is no action, just promises” (Hansen citado por Rhodes, 2016:98). Face às correlações e condicionalismos desta situação com o fenómeno das alterações climáticas, dos riscos ambientais e dos problemas de saúde, torna-se urgente perguntar, como Laughlin, no seu livro “Energia para o futuro”:

Como resolver a crise energética e abastecer a sociedade do futuro?

De facto, a substituição das energias fósseis pelas energias renováveis é um processo determinante para traçar soluções e enfrentar desafios energéticos no Século XXI (Edenhofer *et al.*, 2012).

Em simultâneo, a interacção que se estabelece entre energias renováveis e redução dos consumos constitui um outro aspecto extremamente relevante para reequacionar o modelo de desenvolvimento energético actual.

Num contexto global, esta afirmação é comprovada pela Figura 30, onde é possível observar como a utilização de energia tem vindo constantemente a aumentar ao longo dos anos, sendo o contributo dos combustíveis fósseis preponderante.

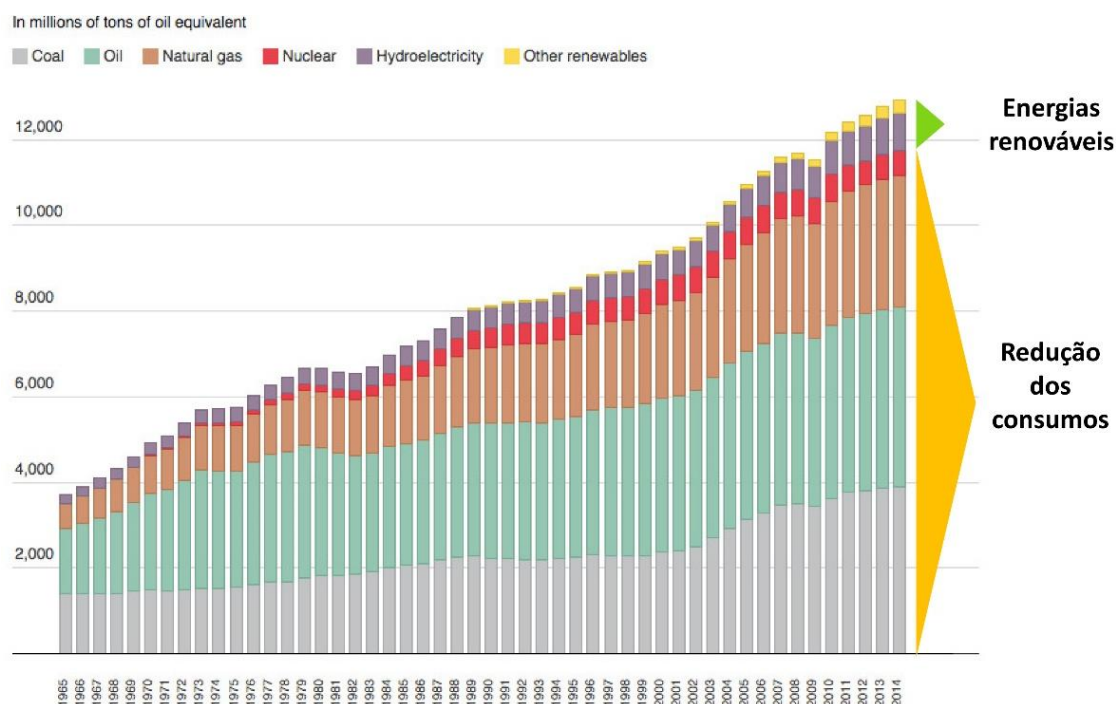


Figura 30: Utilização global de energia por tipo de fonte

Fonte: adaptada de BP Statistical Review of World Energy, (2015)

Neste enquadramento e atendendo a que as áreas rurais podem-se traduzir no palco de desenvolvimento mais apropriado para lidar com estes novos desafios, o presente capítulo incide sobre duas importantes dimensões:

- Identificar os parâmetros subjacentes ao planeamento das energias renováveis, analisando a sua aplicação prática e implicações;
- Promover a discussão sobre o conceito de eficiência energética, as áreas de intervenção e as dificuldades inerentes.

Face a esta abordagem, reputa-se ser também importante salientar a proposição de uma revisão da literatura que visa analisar e articular as duas temáticas das energias renováveis e eficiência energética em torno de um foco comum: o espaço rural.

3.2 Energias renováveis: entre teoria e prática

Entender a diversidade de factores e aspectos fundamentais, que actualmente concorrem no planeamento das energias renováveis, é uma etapa que surge com o intuito de sistematizar o quadro teórico existente sobre a temática e identificar e analisar os principais aspectos que irão ser operacionalizados posteriormente na concepção do modelo *SMART RURAL*.

Que factores, condicionantes e aspectos legais devem ser considerados, qual o

mix de recursos renováveis a privilegiar, e quais os instrumentos mais adequados para o planeamento, análise e avaliação? É a partir desse contexto mais amplo que se considera possível identificar, conciliando uma visão estratégica e prática, as acções de planeamento mais adequadas aos objectivos visados no âmbito desta investigação.

Numa entrevista concedida ao PÚBLICO em 2012, o presidente da APREN, António Sá da Costa, afirmava: “a energia está na moda mas é um tema que, apesar de muitos dele falarem, poucos o entendem e percebem”. De facto, a temática em causa requer a clarificação de conceitos, a começar pela definição de “energia renovável”, não entendida como palavra mágica, mas sim, como um factor complexo e essencial para o desenvolvimento sustentável da sociedade.

Neste sentido, a Directiva 2009/28/CE do Parlamento Europeu, para a promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis, define de forma geral como: “energia proveniente de fontes não fósseis renováveis, nomeadamente eólica, solar, aerotérmica, geotérmica, hidrotérmica e oceânica, hidráulica, de biomassa, de gases de aterros, de gases das instalações de tratamento de águas residuais e biogases (European Parliament, 2009). Esta definição permite entender a natureza e a ampla diversidade de recursos renováveis actualmente disponíveis, sendo possível distinguir três níveis distintos de expressão no fornecimento de energia:

- biocombustíveis para o sector dos transportes;
- produção de calor para aquecimento de edifícios, águas sanitárias, estufas e instalações industriais;
- produção de electricidade.

A Figura 31 faz uma síntese das fontes de energia renovável actualmente disponíveis, classificando-as por finalidade e tecnologia.

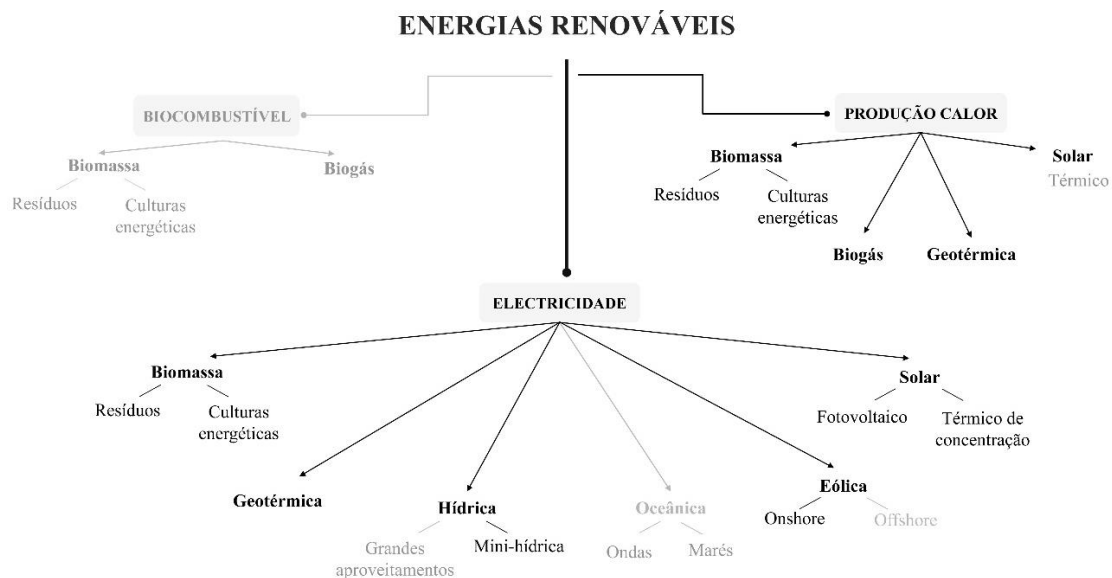


Figura 31: Fontes de energia renovável classificadas por finalidade e tecnologia²⁹

Fonte: adaptada de Andrews e Jelley, (2007); Boyle, (2012)

As fontes de energia renovável incluídas nesta investigação e assinaladas a negrito, foram seleccionadas tendo como referência o critério da coerência, face à actual difusão e eficácia de cada tecnologia e da efectividade no processo de planeamento local, como se explica nos parágrafos seguintes.

A utilização de energias renováveis para a produção de biocombustível não cabe nesta investigação, uma vez que o ponto central é a investigação das questões ligadas à produção de electricidade limpa e à necessidade de equilibrar os consumos através do reforço da eficiência energética. Na última década, o contributo das energias renováveis no actual mix energético europeu tem tido um crescimento acelerado, sendo eólica, solar, biomassa e resíduos, os recursos que apresentaram maior progressão (Figura 32).

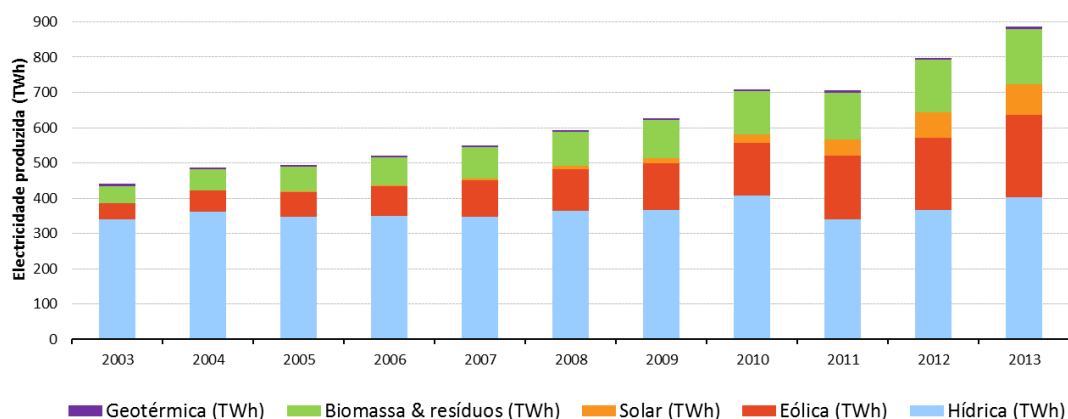


Figura 32: Electricidade produzida por fontes renováveis na UE-28.

Fonte dados: Eurostat, (2015)

²⁹ Destacam-se a negrito as que foram incluídas nesta investigação.

Neste enquadramento, Portugal destaca-se por ser um dos países da UE-28 que apresenta condições mais favoráveis para o desenvolvimento das energias renováveis. Considerando os últimos dados divulgados pelo Eurostat (2014), do total da electricidade consumida em Portugal em 2014, 52,1% teve origem em fontes renováveis, tendo sido apenas superado pela Suécia, com 63,3%, e pela Áustria, com 70%, no mesmo período. A Figura 33 ilustra a concentração e a variedade de recursos renováveis implementados a nível nacional, bem como a evolução do peso relativo de cada fonte, ao longo da última década.

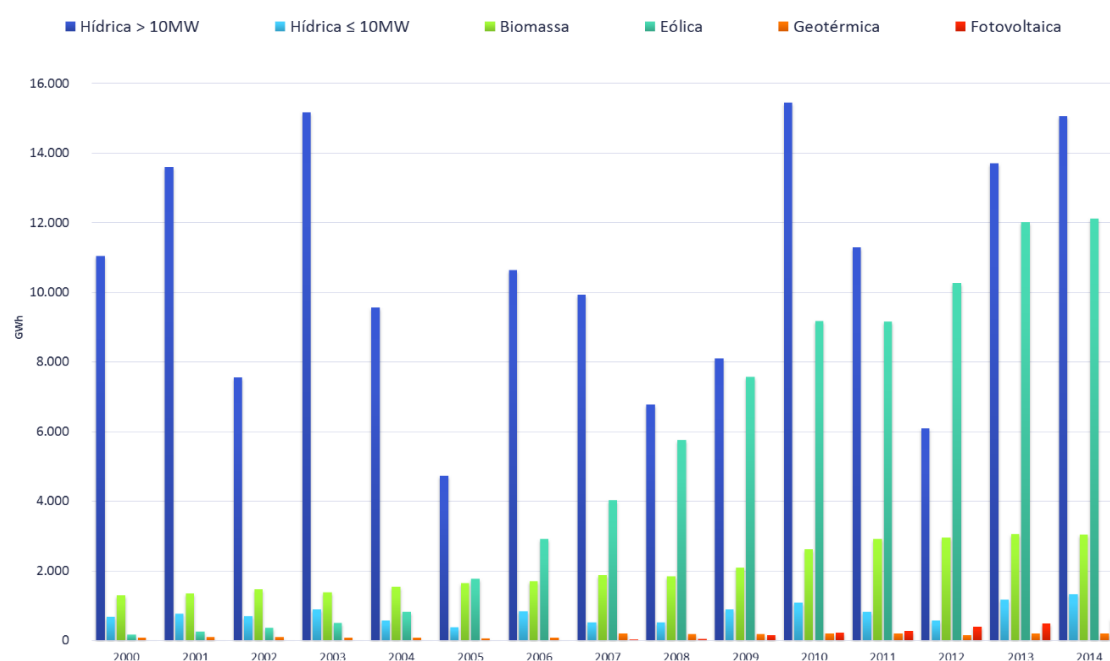


Figura 33: Produção de energia eléctrica a partir de fontes renováveis em Portugal
Fonte dados: DGEG, (2015)

A selecção das fontes de energia renovável a incluir na presente investigação, decorre precisamente da análise das tendências de evolução verificadas anteriormente, à escala global e nacional.

Posto isto, é de referir que se excluiu a grande hídrica, dado o seu planeamento e implementação ser da responsabilidade da Administração Central. A energia oceânica, também não foi considerada face à exigência da instalação de tecnologias mais complexas e onerosas, e com reduzida repercussão no território municipal.

O conjunto das fontes de energia renovável a estudar nesta investigação decorre ainda dos resultados de uma análise sobre as diferentes escalas de planeamento que influenciam a temática. A variabilidade geográfica e temporal dos recursos renováveis,

relacionada com a especificidade tecnológica de cada recurso, coloca pois uma questão muito importante a ser ponderada: a necessidade de espaço.

A Tabela 5 sintetiza as relações “fontes de energias renovável-escala global de planeamento”, que se podem descortinar na literatura, evidenciando os respectivos níveis de intervenção: nacional, regional, intermunicipal, municipal.

Tabela 5: Principais recursos de energia renovável e respectiva escala global de planeamento
Fonte: Basosi, Maltagliati e Vannuccini, (1999); Lee et al., (2008); Angelis-Dimakis et al., (2011); Sperling, Hvelplund e Mathiesen, (2011); Chen e Önal, (2016)

Fonte de energia renovável	Natureza específica do recurso	Escala global de planeamento			
		Nacional	Regional	Intermunicipal	Municipal
Biomassa	Culturas energéticas		•	•	•
	Resíduos		•	•	•
Geotérmica	Alta entalpia			•	•
	Media, baixa entalpia				•
Hídrica	Grandes aproveitamentos	•	•	•	•
	Mini-hídrica			•	•
Oceânica	<i>Offshore</i>	•			
Eólica	<i>Onshore</i>			•	•
	<i>Offshore</i>	•			
Solar	Fotovoltaico			•	•
	Térmico				•

A análise desenvolvida permite concluir que os municípios, através do diagnóstico e da definição de estratégias de desenvolvimento do território e de organização espacial inerentes a cada fonte de energia renovável, podem desempenhar um papel fundamental no âmbito do planeamento energético à escala local (Sperling, Hvelplund e Mathiesen, 2011). Assim, e tendo em conta o âmbito municipal e os seus territórios rurais que se pretendem abordar nesta investigação, a Tabela 6 identifica o conjunto de fontes de energia renovável seleccionadas com base em critérios relativos à maturidade e actualidade de cada tecnologia, bem como a sua viabilidade económica e localização geográfica³⁰.

³⁰ SIM- preenche ou cumpre os critérios de selecção; NÃO - não preenche ou não cumpre os critérios de selecção;

Tabela 6: Fontes de energia renovável e natureza específica do recurso seleccionado no âmbito desta investigação

Fonte de energia renovável	Natureza específica do recurso	Critérios de selecção			
		Tecnologia madura ³¹	Actualidade ³²	Economicamente viável	Âmbito Municipal
Biomassa	Culturas energéticas				
	Resíduos				
Geotérmica	Alta entalpia				
	Media, baixa entalpia				
Hídrica	Grandes aproveitamentos				
	Mini-hídrica				
Oceânica	Offshore				
Eólica	Onshore				
	Offshore				
Solar	Fotovoltaico				
	Térmico				

FER seleccionadas	SIM	NÃO
-------------------	-----	-----

3.2.1 Fontes de energia renovável: uma revisão sistemática

Tendo em conta os objectivos desta investigação, a caracterização das diferentes fontes de energia renovável constitui uma etapa fundamental para se entenderem os factores determinantes, aspectos condicionantes e parâmetros funcionais que intervêm no processo de planeamento destes recursos energéticos no espaço rural.

Neste sentido, e como suporte na literatura sobre o tema, esta secção sistematiza um quadro geral das cinco fontes de energia renovável seleccionadas, que incluiu não apenas a sua caracterização, mas também, o conhecimento das abordagens conceptuais e empíricas que existem no âmbito da relação energias renováveis-espaço rural.

A abordagem adoptada nesta fase da investigação assenta num método de revisão da literatura sistemática:

ENQUADRAMENTO – ANÁLISE – SÍNTESE

³¹ Refere-se às tecnologias que beneficiam da experiência adquirida ao longo da última década (Dincer, 2000).

³² Refere-se às tecnologias que estão a ter maiores investimentos e são complementadas por uma intensa actividade de investigação (Dincer, 2000).

Com efeito, o enquadramento constitui um breve texto orientador sobre a natureza do recurso energético objecto de estudo; a análise apresenta o quadro teórico existente a respeito dos factores determinantes e aspectos críticos para a operacionalidade e eficácia da sua implementação; a síntese sistematiza os principais parâmetros e conceitos fundamentais, que devem ser observados no processo de planeamento de cada recurso energético no espaço rural. As diferentes etapas desta revisão são ainda acompanhadas por uma reflexão crítica à volta das questões mais prementes no momento relativas às energias renováveis, o ambiente, a economia e a sociedade.

Biomassa

ENQUADRAMENTO

Fracção biodegradável de produtos, resíduos e detritos de origem biológica provenientes da agricultura (incluindo substâncias de origem vegetal e animal), da exploração florestal e de indústrias afins, incluindo da pesca e da aquicultura, bem como a fracção biodegradável dos resíduos industriais e urbanos (Parlamento Europeu, 2009).

Da definição descritiva de biomassa acima referida ressalta de forma evidente, que este recurso se insere no quadro funcional de quatro grandes sectores: 1. agricultura; 2. pecuária; 3. floresta; 4. tratamento de resíduos resultantes da actividade humana.

Além da utilização de resíduos, é importante também referir a possibilidade de produção de matéria-prima assente em culturas energéticas, ou seja, plantações de espécies de rápido crescimento que são cultivadas exclusivamente para a produção de biomassa para fins energéticos (Boyle, 2012).

Este enquadramento obriga a ter presente que o termo BIOMASSA é abrangente e deve ser associado ao conceito de fonte de energia, ou seja, as diferentes matérias-primas para a sua produção. Por outro lado, a designação correcta para o tipo de energia produzida é BIOENERGIA, sendo este o termo a utilizar de forma a não causar qualquer confusão com os diferentes recursos que são matéria-prima por si só ou parte de um produto composto.

ANÁLISE

No âmbito da síntese referente à bioenergia, referem-se alguns dos aspectos que são entendidos como fundamentais para a sua produção, de acordo com as diferentes categorias das fontes primárias e secundárias de biomassa apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7: Fontes primárias e secundárias de biomassa
Fontes: Brás et al., (2006); Direcção Nacional das Fileiras Florestais, (2010); Boyle, 2012)

CATEGORIA	ORIGEM	RESISTÊNCIA CLIMA, PRAGAS DOENÇA	EXEMPLOS ³³	PRODUÇÃO MÉDIA (tms/há) ³⁴
Biomassa lenhosa	Culturas florestais Resíduos florestais	Elevada	Eucalipto; Salgueiro; Choupo;	10
Biomassa celulósica	Culturas energéticas agrícolas	Média	Cardo; Miscanthus; Kenaf; Painço	10-18
Biomassa de amido/açúcar	Culturas energéticas agrícolas Resíduos agrícolas	Baixa	Cereais (milho, trigo, sorgo, arroz); Beter-raba; Cana-de-açúcar	10
Biomassa de óleos	Culturas energéticas agrícolas	Baixa	Oleaginosas (colza, girassol, soja)	8
Biomassa gasosa	Resíduos orgânicos Resíduos agrícolas Resíduos de origem animal	—	Aterros sanitários; ETAR; RSU; Explorações agro-pecuárias	—

A análise que aqui se apresenta não pretende ser exaustiva mas apenas traçar um perfil dos aspectos mais relevantes relacionados com a bioenergia, nomeadamente os que mais se articulam com o seu planeamento.

Neste âmbito, as avaliações efectuadas à escala nacional apontam para um potencial de biomassa total actual de 26.336 GWh/ano (Nunes, 2015). A Figura 34 ilustra o contributo potencial dos diversos recursos, sendo um referencial importante na identificação das hierarquias que justificam os sectores prioritários em matéria de viabilidade e competitividade dos vários sistemas de biomassa, implementáveis em Portugal.

³³ Nesta investigação importa identificar exemplos de espécies energéticas, que poderão vir a ser aproveitadas e/ou produzidas nas condições edafoclimáticas existentes em Portugal Continental.

³⁴ A quantidade útil de biomassa proveniente de culturas energéticas e resíduos para a produção de energia é medida em toneladas de matéria seca por hectare (tms/há) (Boyle, 2012).

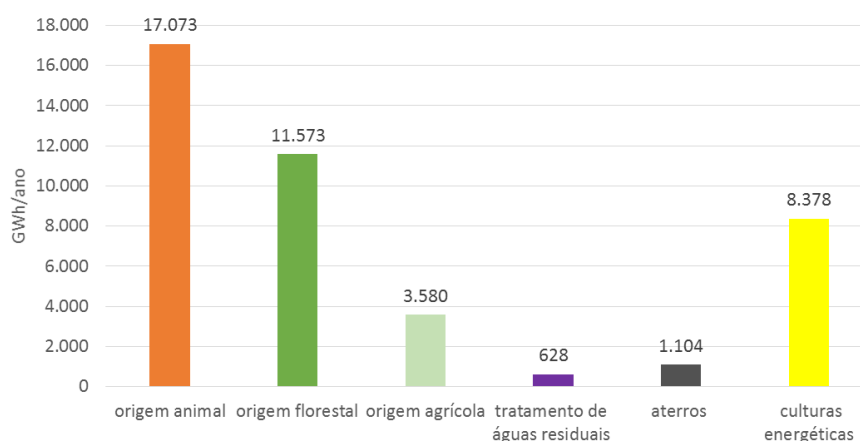


Figura 34: Contribuição potencial dos recursos de biomassa total existentes no território nacional

Fonte: Nunes, (2015)

➤ Biomassa lenhosa

A biomassa lenhosa está directamente associada às florestas, valorizando as matérias-primas produzidas por culturas florestais implementadas para fins energéticos, os resíduos recolhidos pelos serviços de ecossistemas ligados à limpeza de povoamentos florestais e os resíduos/desperdício provenientes dos processos de produção da indústria da madeira (Andrews e Jelley, 2007). Os sistemas actualmente praticados para as culturas lenhosas são florestas de rápido crescimento, com espécies adequadas ao regime de curta rotação (ciclos de cortes cada 8-20 anos) e as plantações exploradas em regime de talhadia (ciclos de cortes cada 1-4 anos) (Boyle, 2012).

Tabela 8.: Caracterização das culturas energéticas florestais: síntese
(Brás et al., 2006; Almeida, 2009; Carneiro, 2010; Direcção Nacional das Fileiras Florestais, 2010)

Salgueiro (<i>Salix spp.</i>)	Choupo (<i>Populus spp.</i>)	Eucalipto (<i>Eucalyptus dalrympleana</i> , <i>Eucalyptus gunnii</i> , e outras)
<ul style="list-style-type: none"> • Cresce numa ampla gama de solos, desde texturas arenosas a argilosas, bem drenados a alagados; • Precisa de um mínimo de 600 mm anuais de precipitação; • Densidade de plantação: cerca de 8 mil estacas/ha; • Ciclo de produção: primeiro corte realizado 4 a 6 anos após a plantação, ciclos de corte consecutivos a cada três/quatro anos • Vida útil produtiva: cerca de 20 anos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Produção em solos profundos, férteis, bem drenados, de textura ligeira a média, desde areno-limosos a limosos; • Precisa de um mínimo de 600 mm anuais de precipitação; • Densidade de plantação: entre 2 e 40 mil estacas/ha; • Ciclo de produção: cortes consecutivos a cada três a cinco anos, • Vida útil produtiva: cerca de 25 a 30 anos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Produção adequada a terras em pousio; • Densidade de plantação: 2500-5000 plantas/ha; • Ciclo de produção: entre dois a três anos para atingir o seu potencial máximo, ciclo de corte: 4 a 6 anos; • Vida útil produtivas: cerca de 15 anos; • Uma colheita anual no Outono ou no início da Primavera.

As outras actividades que permitem a produção de biomassa lenhosa são: a limpeza dos matos e os resíduos de exploração das duas principais espécies florestais do País – 1,4 milhões t do pinheiro-bravo e 1,1 milhões t do eucalipto e a indústria da madeira, em nítida expansão em Portugal – produção de pasta e papel, painéis, aglomerados e dos combustíveis sólidos de resíduos “briquetes” e “peletes” (Direcção Nacional das Fileiras Florestais, 2010).

➤ ***Biomassa de amido/açúcar e biomassa de óleos***

A biomassa de amido/açúcar e a biomassa de óleos têm por base culturas energéticas agrícolas como os cereais (milho, trigo, cevada, sorgo), beterraba, batata, cana-de-açúcar e as espécies oleaginosas (colza, girassol, soja). Estas culturas servem de base para a produção de bioetanol e de biodiesel: os principais biocombustíveis a ser utilizados e produzidos a nível mundial (Boyle, 2012).

Em Portugal, a aposta nos biocombustíveis concentra-se principalmente no biodiesel para a substituição do gasóleo, sendo este o combustível privilegiado à escala nacional (Soares e Tavares da Silva, 2013). A utilização de combustíveis de origem natural tem grande interesse na sua utilização em larga escala no sector do transporte. No entanto, refira-se que o caso dos biocombustíveis, pela sua abrangência política/económica e a instabilidade do mercado, não vem ao encontro dos objectivos definidos no âmbito desta investigação. É, pois, de salientar que esta investigação, tratando-se de uma primeira abordagem para a definição de um novo processo de planeamento energético à escala municipal, não prevê o caso específico do sector dos transportes.

➤ ***Biomassa celulósica***

A biomassa celulósica surge como resposta à necessidade de aumento da oferta sustentável de biomassa, mediante culturas energéticas dedicadas e adicionais às áreas florestais existentes. A vantagem destas culturas, baseadas em espécies herbáceas e arbustivas, reside no facto de poderem ser implementadas em solos marginais e que não têm aptidão para a produção de alimentos (Andrews e Jelley, 2007). No entanto, é também importante referir que são necessárias grandes áreas de terreno para obter uma produção significativa de energia, facto este, que constitui sem dúvida, um factor determinante a ter em conta no âmbito da sua localização e planeamento. De acordo com o

estudo de Carneiro (2010), as espécies agrícolas que merecem destaque pela sua elevada produtividade energética e que podem ser adaptadas ao território Português são as herbáceas, como por exemplo cardo, kenaf, miscanthus, painço.

Tabela 9: Caracterização das culturas energéticas agrícolas: síntese
Fonte: (Almeida, 2009; Carneiro, 2010)

Cardo (<i>Cynara cardunculus</i>)	Kenaf (<i>Hibiscus cannabinus</i> spp.)	Miscanthus³⁵ (<i>Miscanthus x giganteus</i>)
<ul style="list-style-type: none"> • Adaptabilidade às condições mediterrânicas (pouco exigente em água); • Cultura permanente de sequeiro; • Mobilização mínima de solos (conservação dos solos e respectivo sequestro de carbono); • Ciclo de produção: dois anos para atingir o seu potencial máximo; • Precisa de uma precipitação entre 400 e 550 mm; • Vida útil produtiva de 10 anos; • Uma colheita anual no início da Primavera. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prefere solos férteis, ricos em matéria orgânica, bem drenados e profundos; • As temperaturas médias mais adequadas ao seu crescimento situam-se entre 15º e 27ºC; • Precisa de uma precipitação entre 500 a 750 mm; • Uma colheita anual na estação seca. 	<ul style="list-style-type: none"> • Produção adequada a terras em pousio; • Cultura com reduzido impacto ambiental; • Elevada produtividade e necessidade reduzida de nutrientes, energia ou água; • Precisa de uma precipitação entre 500mm e 600mm; • Ciclo de produção: entre dois a três anos para atingir o seu potencial máximo; • Vida útil produtiva: cerca de 15 anos; • Uma colheita anual no Outono ou no início da Primavera.

É de referir que o desenvolvimento das culturas energéticas apresenta alguns impactos importantes no âmbito das alterações do uso do solo e do ambiente. Importa, pois, debater em que medida a conversão dos solos agrícolas para culturas energéticas constitui uma ameaça para o desenvolvimento do sector alimentar. López-Bellido, Wery e López-Bellido (2014) descrevem esta questão como extremamente complexa, em consequência do conjunto de dinâmicas chave com as quais se relaciona: a procura crescente de alimentos, a dieta da população, o aumento de produtividade das culturas, o aproveitamento potencial dos solos marginais ou abandonados, os avanços tecnológicos, entre outros. A introdução de espécies exógenas invasoras representa um outro aspecto crítico, que pode pôr em risco a conservação da biodiversidade e inviabilizar a coexistência de espaços de produção energética e de produção alimentar (Thornley, 2006). Por outro lado, as culturas energéticas agrícolas apresentam também vantagens,

³⁵ No caso do *miscanthus*, veja-se como Clifton-Brown et al., (2001) caracterizam um ensaio sobre a implementação desta espécie em 5 países da Europa: Alemanha, Dinamarca, Inglaterra, Suécia e Portugal. O autor demonstra como a cultura de *miscanthus* apresenta uma boa aptidão face às condições edafoclimáticas e composição dos solos existentes no contexto geográfico de Portugal.

as quais ao serem implementáveis através de operações agrícolas podem ser realizadas com máquinas e técnicas convencionais e ter colheitas em períodos diferentes das outras culturas agrícolas.

➤ ***Biomassa gasosa***

A biomassa gasosa é obtida a partir do processo de digestão anaeróbica (ausência de ar) de matérias orgânicas que conduzem à formação de gás rico em metano (Boyle, 2012). Actualmente, a geração de biogás provem da degradação de resíduos, sendo as principais áreas potenciais de produção os efluentes do sector agro-pecuário, da indústria agro-alimentar, as lamas das ETAR's municipais e os aterros dos RSU's³⁶ (Ferreira, Marques e Málico, 2012). A utilização de estrume, chorume e outros resíduos de origem animal e orgânica na produção de biogás têm vantagens significativas devido ao seu potencial de redução das emissões de GEE, redução da poluição de solos e do meio hídrico e controlo dos cheiros (Boyle, 2012). Por outro lado, a combustão de resíduos sólidos urbanos, desenvolvida através de tecnologias que limitem as respectivas emissões de CO₂, constitui uma oportunidade que para além da produção de electricidade e de calor, permite uma gestão dos RSU's mais eficiente. Para tal, é importante referir que a promoção da recolha diferenciada é um ponto-chave para otimizar este processo e minimizar a deposição de resíduos em aterros, os quais requerem grandes extensões de terreno e apresentam o risco de contaminação dos solos (Andrews e Jelley, 2007). Todavia, é também de mencionar que os próprios aterros sanitários de média/grande dimensão constituem uma outra fonte de bioenergia, que se revela útil aproveitar através da instalação de módulos de cogeração para a valorização do biogás (Boyle, 2012). Em relação à produção de biogás, existe em Portugal cerca de uma centena de sistemas de produção, na sua maior parte provenientes do tratamento de efluentes agro-pecuários, originados, em especial, nas suiniculturas (Brás *et al.*, 2006). As centrais de biogás, devido ao seu carácter descentralizado e à estrutura do investimento regional, podem ainda prestar um contributo determinante para o desenvolvimento

³⁶ Considerando que a produção média de resíduos sólidos de uma família é de cerca uma tonelada por ano, é evidente a importância que esta matéria-prima assume no âmbito da produção de bioenergia (Andrews e Jelley, 2007).

sustentável nas zonas rurais e abrir novas perspectivas de rendimento aos agricultores (Soares e Tavares da Silva, 2013).

SÍNTESE

Tendo em consideração a análise apresentada, é possível identificar uma relação estreita entre bioenergia e áreas rurais. Por outro lado, está-se perante uma energia renovável, cuja principal matéria-prima para a sua produção é caracterizada por uma distribuição geográfica extensa e dispersa, bem como variável ao longo do tempo. O âmbito geográfico emerge como um factor fundamental, variando a biomassa em função das características específicas de cada local de produção. A biomassa florestal assume especial importância em Portugal, porquanto 38% da área do território nacional está coberto por floresta (ICNF, 2010). Em geral, reconhece-se que uma parte significativa da quantidade de biomassa obtida das culturas energéticas depende de vários factores. Cada cultura tem de ser planeada tendo em consideração as condições edafoclimáticas compatíveis com as suas exigências, os modelos de produção silvícolas ou agrícolas adequados do ponto de vista técnico, económico e ambiental, e em condições ecológicas não concorrentes com culturas agrícolas de produção alimentar nem com actividades de produção florestal já consolidadas no local (Direcção Nacional das Fileiras Florestais, 2010). Como resenha da análise desenvolvida, apresenta-se a Tabela 10, que sistematiza os principais factores determinantes e parâmetros funcionais para o planeamento da biomassa.

Tabela 10: Factores determinantes e parâmetros funcionais para o planeamento da biomassa

TIPO DE PLANTA	Clima e condições meteorológicas		Necessidade de água	Compatibilidade com a produção florestal e agrícola existente	
	Natureza e tipo dos solos		Épocas de corte	Necessidade de nutrientes	
LOCALIZAÇÃO	Proximidade rede eléctrica alta/média tensão	Proximidade rede viária	Relevo e litologia	Proximidade aglomerados	Área necessária para a produção de energia
	Ocupação e uso do solo	Condicionantes ambientais, naturais e paisagísticas		Disponibilidade natural de água ou possibilidade de Irrigação	

De acordo com Widholm *et al.*, (2010) os aspectos ambientais, económicos e sociais directamente interligados com a bioenergia assumem um papel determinante para a integração de princípios de sustentabilidade no seu planeamento. Neste sentido, a

análise SWOT *light*³⁷ apresentada na tabela seguinte serve de base para diagnosticar os principais pontos fortes, oportunidades, pontos fracos e ameaças associadas à produção de bioenergia.

Tabela 11: Análise “SWOT *light*” dos principais aspectos ambientais, económicos e sociais associados à produção de bioenergia

ASPECTOS AMBIENTAIS	ASPECTOS ECONÓMICOS	ASPECTOS SOCIAIS
Necessidade de grandes áreas de terreno para a produção de culturas energéticas (Andrews e Jelley, 2007);	Reduzida atractividade das tarifas e custos da energia produzida não competitivos (Andrews e Jelley, 2007);	Aumento dos preços dos alimentos (Field, Campbell e Lobell, 2008);
Potenciais impactes sobre a biodiversidade, qualidade dos solos, ciclo de água (Thornley, 2006);	Custos para as operações de recolha, transporte e armazenamento da biomassa (Boyle, 2012);	Baixa aceitação pela população local das centrais de produção (Soares e Tavares da Silva, 2013);
Converter florestas em culturas energéticas pode acelerar a mudança climática (emissão de CO ₂ armazenado nas florestas) (Field, Campbell e Lobell, 2008);	Elevados custos de investimentos por unidade de potência instalada (Andrews e Jelley, 2007);	Propriedade florestal é maioritariamente privada (Lourinho e Brito, 2015);
Desflorestação para a criação de culturas energéticas (Field, Campbell e Lobell, 2008);	Aumento dos preços das produções agrícolas VS produções energéticas (Field, Campbell e Lobell, 2008);	Incerteza na definição dos objectivos e a elaboração de políticas (Andrews e Jelley, 2007);
Concorrência entre solos para a produção alimentar e para a produção energética (Breimyer, 1975);	Diversificação da economia e criação de economias de escala no processo de produção de biomassa (Andrews e Jelley, 2007);	Desenvolvimento e especialização de empresas locais (Nunes, 2015);
Consumo de energia fóssil e emissões de CO ₂ durante o ciclo de recolha, transporte e transformação (Boyle, 2012);	Reforço da economia municipal nas zonas rurais (Soares e Tavares da Silva, 2013);	Criação de emprego (Soares e Tavares da Silva, 2013);
Prevenção dos incêndios florestais (Nunes, 2015);	Criação de emprego (Soares e Tavares da Silva, 2013);	Contribuição para a fixação da população em áreas rurais e benefícios para as áreas rurais mais remotas (Andrews e Jelley, 2007);
Promoção da recuperação de ecossistemas para a captura e armazenamento do CO ₂ (Field, Campbell e Lobell, 2008).	Perspectivas de importantes investimentos privados externos e financiamentos públicos (Soares e Tavares da Silva, 2013).	Redução do êxodo rural (Nunes, 2015).
Pontos fortes	Oportunidades	Pontos fracos
		Ameaças

³⁷ A análise SWOT, aqui denominada *light* pelo seu desenho diferente do tradicional, visa um diagnóstico mais simples e direccionado ao enquadramento dos principais elementos a reter para a definição de uma estratégia de planeamento que assegure a implementação sustentável de cada fonte de energia renovável, à escala do município. Neste âmbito, define-se como análise externa a que sintetiza os aspectos negativos (ameaças) e positivos (oportunidades) da envolvente, com impacto significativo na implementação da fonte de energia renovável objecto de avaliação. Define-se como análise interna a que relaciona as vantagens (pontos fortes) e desvantagens (pontos fracos) da fonte de energia renovável em relação às outras fontes seleccionadas no âmbito desta investigação.

Verifica-se que a maior parte das ameaças e fraquezas encontradas para a biomassa são de natureza ambiental e económica e relacionam-se com as culturas energéticas agrícola e florestais. A elevada dispersão espacial, que se traduz em custos e emissões de CO₂ associados à sua recolha e transporte, surgem como um aspecto limitante. Em termos ambientais, é de realçar que os requisitos relativos às utilizações energéticas da biomassa devem ter em conta a mobilização das reservas de madeira existentes e o desenvolvimento de novos sistemas florestais de forma sustentável. Por outro lado, o aproveitamento da biomassa florestal, como fonte de energia renovável, pode-se revelar uma oportunidade de valorização do mundo rural através da melhoria da gestão das explorações, a criação de empreendimentos e de emprego, numa óptica de fileira florestal, tendo em vista o desenvolvimento de um *cluster* ligado à bioenergia. A contribuição da biomassa na redução das emissões de GEE e consequentemente na mitigação das alterações climáticas, é também de considerar como um dos factores motivadores da sua utilização em detrimento dos combustíveis fósseis. Em termos de modelo energético é de referir que a bioenergia apresenta uma grande vantagem em comparação com as outras energias renováveis: não depende das condições meteorológicas e possibilita o armazenamento de matéria-prima evitando o problema da irregularidade da produção de energia (Thornley, 2006). Com base na síntese desenvolvida considera-se relevante que, nos processos de planeamento da biomassa, sejam tidos em conta as seguintes orientações:

- Implementar modelos de expansão de culturas energéticas nas terras degradadas ou abandonadas e nas terras aráveis não utilizadas;
- Localizar as culturas energéticas florestais e/ou agrícolas de rápido crescimento relativamente próximas da central de biomassa, considerando a distância entre a origem dos resíduos e o seu destino final;
- Definir a área de influência da central de biomassa em relação à rede eléctrica, rede viária e aos aglomerados existentes;
- Articular a gestão dos serviços de ecossistemas florestal promovendo uma cadeia eficiente desde a produção à recolha de matéria-prima e à sua utilização;
- Promover a combinação mais eficiente de produção de electricidade e de calor a utilizar para fins industriais ou aquecimento de edifícios;

- Promover um trabalho conjunto entre autarquias locais para a criação de parques intermédios de recolha e estilhaçamento da matéria orgânica, reduzindo o seu volume e desta forma tornando o seu transporte mais económico (European Commission, 2010).

Depois da síntese acima referida, é importante compreender que a relação entre biomassa e o conjunto variado de condições edafoclimáticas e físicas de cada local constitui um factor de grande complexidade. A natureza descentralizada deste recurso torna o seu planeamento numa questão de método científico, que muito tem em comum com a teoria dos lugares centrais de Christaller, anteriormente descrita no capítulo II. Neste sentido, a biomassa requer um planeamento de natureza estratégica, cuja tomada de decisão seja suportada por uma “matriz de diagnóstico-acção”, capaz de articular as questões de âmbito económico, social e ambiental e as dimensões espaciais da gestão do território municipal. Estes últimos entendimentos são assim uma base de suporte do quadro de referência para a construção do modelo teórico *SMART RURAL*, no que se refere à parte de bioenergia.

Energia Geotérmica

ENQUADRAMENTO

Energia armazenada sob a forma de calor debaixo da superfície sólida da Terra (Parlamento Europeu, 2009).

A energia geotérmica é a única fonte de energia renovável que não depende do sol e que se encontra constantemente disponível (Boyle, 2012). De facto, este recurso tem origem no interior da Terra, verificando-se que, em termos médios, a temperatura aumenta, em profundidade, de cerca de 30°C por Km (Florides e Kalogirou, 2007). Neste enquadramento, os aspectos particularmente relevantes para a implementação da energia geotérmica são a incidência geográfica, as tecnologias disponíveis e a sua relação com o tipo de aproveitamento energético e a vertente económica, entre outras.

ANÁLISE

Actualmente existem várias formas de aproveitamento da energia geotérmica, seja para a produção de electricidade como de calor, dependendo das características geológicas e hidrológicas do local e da tecnologia utilizada. É pois, neste quadro, que a

energia geotérmica se pode classificar de acordo com três categorias: alta, média e baixa entalpia³⁸. A energia de alta entalpia é associada às águas e vapores existentes no solo, com temperaturas acima de 180-200°C, sendo utilizada principalmente em centrais de produção de electricidade (Andrews e Jelley, 2007). No que respeita à sua distribuição geográfica, verifica-se no mapa da Figura 35, que esta categoria se concentra em determinadas regiões da Terra, onde os movimentos entre placas litosféricas permitem a saída das águas e vapores a elevada temperatura.

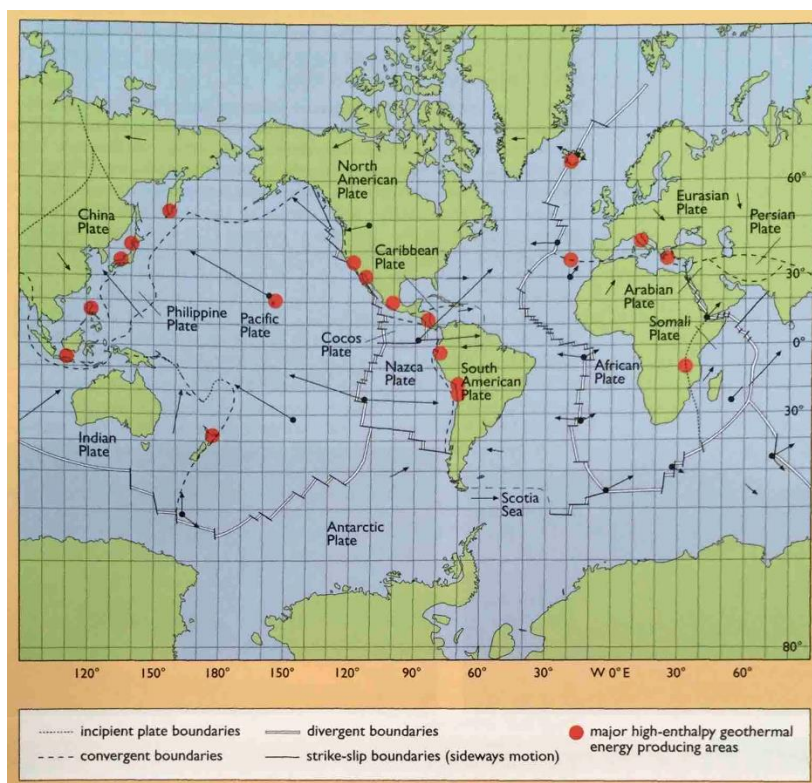


Figura 35: Mapa das placas litosféricas com a indicação das áreas com maior potencial geotérmico de alta entalpia

Fonte: Boyle, (2012:415).

A Figura 35 mostra também como os Açores são um dos locais com maior potencial geotérmico, sendo que este recurso possibilita a satisfação de 22% das necessidades de electricidade do arquipélago (Carvalho *et al.*, 2015). Por outro lado, a energia geotérmica de média e baixa entalpia com temperaturas, respectivamente, de 100-180°C e inferior a 100°C, é um recurso que apresenta, em geral, uma distribuição geográfica

³⁸ A entalpia é entendida como o calor contido num corpo por unidade de massa, sendo função da pressão, temperatura e volume (Boyle, 2012). A classificação da energia geotérmica em alta, média e baixa entalpia permite ordenar o tipo de aproveitamento em termos de produção de electricidade ou calor, que é possível implementar num dado local.

mais difusa permitindo a utilização directa do calor, por meio de permutadores ou de bombas de calor, para aquecimento e arrefecimento de edifícios, processos industriais e agrícolas (Boyle, 2012). Em Portugal Continental, as áreas com potencialidade geotérmica e gradiente geotérmico médio têm alguma incidência no território (Figura 36). De facto, os recursos de energia geotérmica de baixa entalpia têm vindo a ser aproveitados localmente em estabelecimentos termais/spas, estufas, e ainda, mas com menor frequência, para aquecimento e arrefecimento doméstico (Carvalho *et al.*, 2015).

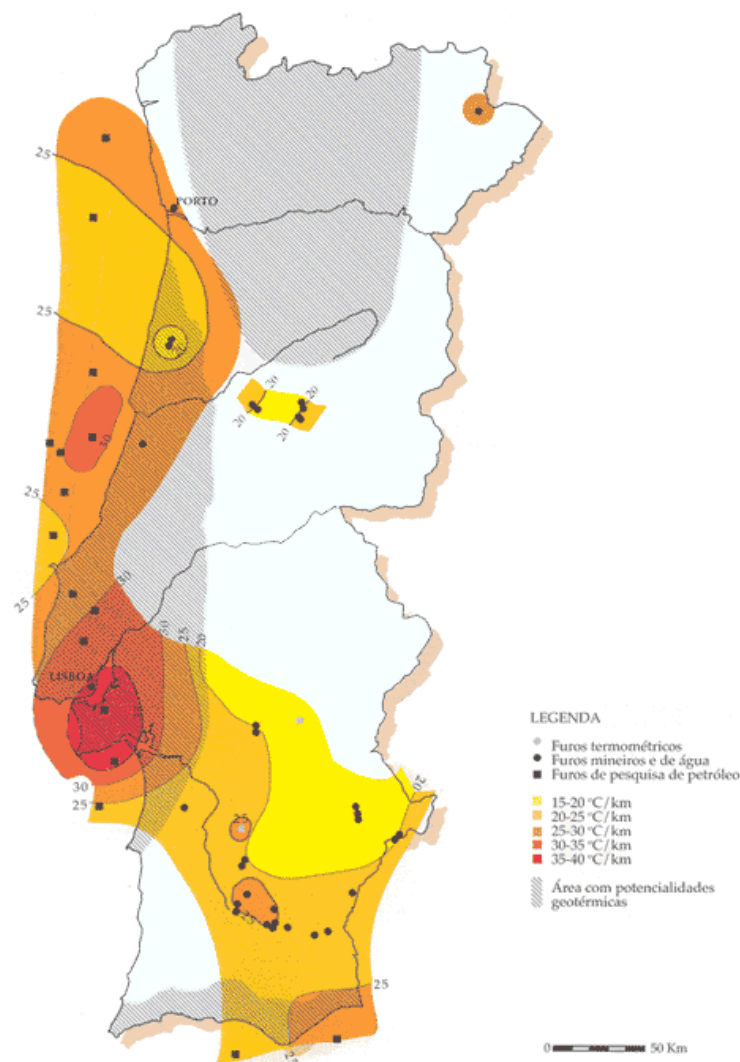


Figura 36: Áreas com potencialidades geotérmicas e gradiente geotérmico médio em Portugal
Fonte: Instituto Geológico e Mineiro, (1998)

SÍNTESE

Da análise acima apresentada resulta que a energia geotérmica direccionada, unicamente, à produção de electricidade, é caracterizada por uma incidência geográfica

bastante limitada e que depende das condições geológicas específicas, que proporcionam o aproveitamento da alta entalpia. Posto isto, cabe aqui dar nota que não se considera coerente incluir no estudo este tipo de recurso, cuja natureza geográfica resulta muito específica e, como tal, sem ligações directas com o espaço rural, no desenvolvimento do modelo *SMART RURAL*.

Por outro lado, o recurso geotérmico de média e baixa entalpia, podendo ser explorado a partir de calor mais superficial, apresenta um grande potencial para aquecimento e arrefecimento de edifícios e outros usos ligados à indústria e agricultura (Bloomquist, 2003). De facto, é esta última forma de utilização que se considera de maior interesse nesta investigação, sendo um tipo de aproveitamento que pode promover o vector da eficiência energética à escala dos municípios, localizados nas regiões com potencial geotérmico.

Neste sentido, as características de clima temperado mediterrânico existentes no país, favorecem a utilização de bombas de calor geotérmicas (Carvalho *et al.*, 2015). As bombas de calor geotérmicas são sistemas que combinam uma bomba de calor com um permutador do calor superficial do solo (sistemas de circuito fechado, Figura 37), ou alimentados por águas quentes subterrâneas extraídas através de um poço (sistemas de circuito aberto, Figura 38), (Sanner *et al.*, 2003).

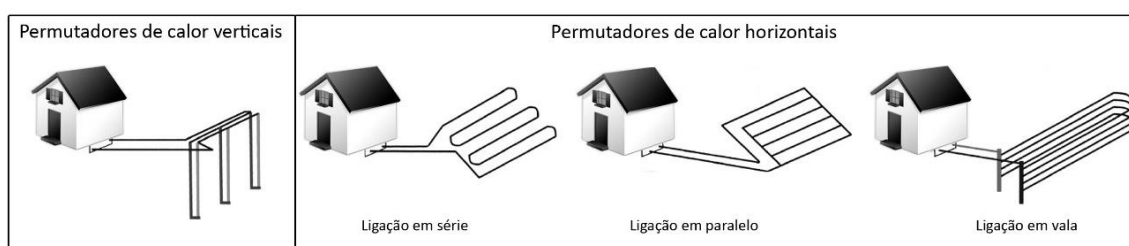


Figura 37: Bombas de calor geotérmicas: sistemas de circuito fechado
Fonte: adaptada de Florides e Kalogirou, (2007)

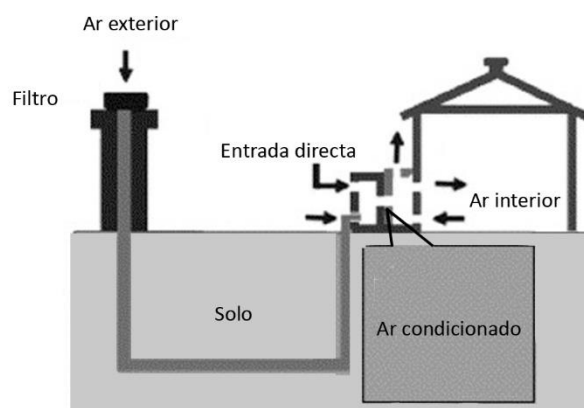


Figura 38: Bombas de calor geotérmicas: sistemas de circuito aberto
 Fonte: adaptada de Florides e Kalogirou, (2007)

Como Ozgener (2011) refere, os sistemas de bombas de calor geotérmico abertos ou fechados são os que apresentam a melhor relação custo-benefício, sendo tecnologias que permitem diminuir, de forma eficaz, os consumos de energia ligados ao aquecimento e arrefecimento de edifícios. Ainda neste contexto, é importante referir que a utilização de aquíferos de baixa entalpia para fornecer aquecimento urbano se limita, até agora, às regiões com características geológicas específicas e que não se encontram em Portugal Continental (Sanner et al., 2003).

De acordo com a análise sobre a energia geotérmica de baixa entalpia apresentada, não se considera correcto falar de planeamento em relação a este tipo de recurso, sendo a sua escala de intervenção, o edifício. No entanto, é importante considerar que o futuro regulamento para a eficiência energética dos edifícios pode vir a potenciar a instalação destes equipamentos face às exigências crescentes de melhoria do desempenho energético dos edifícios (Presidência do Conselho de Ministros, 2013). Para tal, a Tabela 12 sintetiza alguns dos principais factores determinantes e parâmetros funcionais que possibilitam compreender as condições para o aproveitamento da energia geotérmica para aquecimento de águas quentes sanitárias, climatização dos edifícios, aquecimento de estufas e usos industriais.

Tabela 12: Factores determinantes e parâmetros funcionais para o aproveitamento de energia geotérmica de baixa entalpia

<i>Bombas de calor geotérmico</i>	Clima		Configuração do lote adequada	
	Caracterização geológica do local		Caracterização dos aquíferos do local	
	Caracterização térmica dos solos	Proximidade rede viária		Proximidade rede eléctrica alta/média tensão

É também de acrescentar que o mapa da Figura 36 constitui, actualmente, uma ferramenta de referência para a elaboração de orientações sobre o possível tipo de aproveitamento deste recurso, a integrar no planeamento de âmbito municipal. A implementação da energia geotérmica, tal como os outros recursos energéticos endógenos, é algo que forçosamente tem que ter em consideração o relacionamento com a sua envolvente.

Neste sentido, contextualizam-se os respectivos pontos fracos e fortes, as ameaças e as oportunidades, tendo em conta a perspectiva da sustentabilidade nas vertentes ambientais, económicas e sociais que envolve (Tabela 13).

Tabela 13: Análise “SWOT *light*” dos principais aspectos ambientais, económicos e sociais associados à energia geotérmica de média e baixa entalpia

ASPECTOS AMBIENTAIS	ASPECTOS ECONÓMICOS	ASPECTOS SOCIAIS	
A utilização de águas subterrâneas pode alterar os aquíferos locais (Hähnlein et al., 2013);	Tecnologia implementável só em novos edifícios (Sanner et al., 2003);	Desconhecimento dos concessionários relativamente ao aproveitamento (Instituto Geológico e Mineiro, 1998);	
A utilização de sistemas geotérmicos pode resultar em anomalias da temperatura local do subsolo e das águas subterrâneas (Hähnlein et al., 2013);	Custo elevado das perfurações no terreno para a captação vertical de calor (Boyle, 2012);	Pouca divulgação em relação aos possíveis tipos de aproveitamento e tecnologias (Instituto Geológico e Mineiro, 1998);	
Condições favoráveis de clima temperado mediterrânico (Daveau, 2005);	Falta de investidores (Lourenço e Cruz, 2005);	Insuficiente experiência nacional no desenvolvimento dos projectos geotérmicos (Lourenço e Cruz, 2005);	
Possibilidade de desenvolvimento do recurso em todo o território nacional (Boyle, 2012);	Oportunidade de desenvolvimento de actividade económica (Lourenço e Cruz, 2005);	Baixo nível de aceitação e adopção de tecnologia (Hähnlein et al., 2013);	
Recurso de energia, cuja utilização em projectos urbanos, agrícolas e industriais, não incrementa o efeito de estufa (Lourenço e Cruz, 2005).	Tecnologia com mercado em rápida expansão (Sanner et al., 2003).	Tecnologia que permite melhorar a eficiência energética dos edifícios (aquecimento, arrefecimento e produção de águas quentes) (Bloomquist, 2003).	
Pontos fortes	Oportunidades	Pontos fracos	Ameaças

A análise SWOT permite definir um quadro geral, quer para a elaboração de orientações de âmbito municipal a prosseguidas, quer para o enquadramento dos aspectos mais relevantes em termos de sustentabilidade e que poderão condicionar a implementação do recurso geotérmico à escala local. No tocante ao desenvolvimento do modelo *SMART RURAL*, a energia geotérmica de média e baixa entalpia será incluída com vista à promoção da eficiência energética, através da elaboração de um regulamento do PDM que defina disposições específicas para as futuras construções.

Energia Hídrica

ENQUADRAMENTO

A energia hídrica é uma forma de energia obtida a partir da energia cinética e potencial que pode ser aproveitada de uma massa de água elevada (reservatório), por meio do seu desnível, ou através de fluxos de água em movimento natural (rios e lagos). Em ambos os casos, a energia é transformada em electricidade por meio de turbinas (Andrews e Jelley, 2007).

Nesta secção, o recurso hídrico será explorado na forma de “mini-hídrica”, termo esse que se refere a um sistema de central hidroeléctrica com capacidade até 10MW (Andrews e Jelley, 2007).

ANÁLISE

Durante as últimas décadas tem-se assistido a um crescente interesse pelas centrais hidroeléctricas de pequenas dimensões tanto pelas razões económicas, inerentes à relação custo/benefício/durabilidade, como ambientais, associadas a menores impactos no meio envolvente (Boyle, 2012). Este tipo de central é classificada em três categorias (Andrews e Jelley, 2007):

- Centrais com reservatório, que possuem uma albufeira;
- Centrais hídricas reversíveis;
- Centrais a fio de água, que utilizam o caudal instantâneo do rio.

O sistema com reservatório, constituído por uma albufeira e o seu respectivo açude, tem a capacidade de regularizar o caudal garantindo, deste modo, um maior controlo na produção de electricidade. Todavia, é importante referir que o armazenamento da água em reservatórios que são, na maioria dos casos, realizados artificialmente, provoca impactos ambientais e sociais extremamente relevantes (Egré e Milewski, 2002). A mesma situação se constata no caso das centrais hídricas reversíveis, cujo sistema prevê transformar a energia potencial gravítica em energia eléctrica, através da bombagem de água para um reservatório a cota superior durante os períodos fora de pico (Boyle, 2012). A criação de reservatórios artificiais de poucos km², necessários para garantir a eficiência do sistema, resultam num processo de tomada de decisão extremamente complexo e delicado. No entanto, se se considerar a capacidade de armazenamento de energia, este sistema é, actualmente, o mais eficaz que existe (Egré e Milewski, 2002).

Decorrente das condicionantes referidas, as centrais com reservatório não serão consideradas na elaboração do modelo teórico *SMART RURAL*. Por outro lado, as hídricas reversíveis serão abordadas com mais detalhe na secção das *Smartgrid's* deste documento, sendo que, a capacidade de armazenamento é considerada, no âmbito desta investigação, como um das principais questões a resolver, relacionada com a energia para o futuro (Poggi, Firmino e Amado, 2015).

Centrando agora a atenção nas centrais a fio-de-água, resulta que estas causam menores impactos nas características naturais e sociais do lugar. A configuração deste tipo de central depende directamente da altura de queda útil (desníveis de 1 até 10 metros) e do volume de água (entre 0.2 e 5.5 m³/s), sendo que pode utilizar toda a secção do rio ou só uma parte (Egré e Milewski, 2002). Alturas de quedas elevadas, mais comuns em regiões caracterizadas por montanhas e colinas, possibilitam a implantação de centrais bastantes compactas, que são constituídas por uma estrutura que desvia e aproveita o fluxo de água através de turbinas (Figura 39a), (Abbasi e Abbasi, 2011). Por outro lado, as centrais com altura de queda mais baixa permitem aproveitar os fluxos de água de pequenos rios e canais de irrigação (Figura 39b), (Abbasi e Abbasi, 2011).

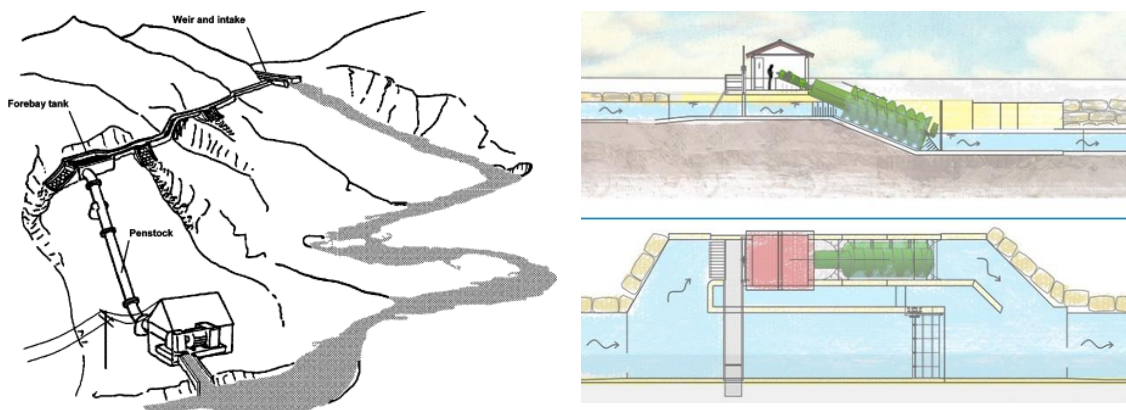


Figura 39: a) Central com queda de altura elevada; b) Central com altura de queda baixa a fio de água (Corte e planta)

Fontes: Egré e Milewski, (2002) e Roncuzzi, (2014)

Nestes sistemas, a energia é geralmente consumida em locais próximos da central, com o intuito de limitar novas ligações e alterações nas linhas de transporte da electricidade (Egré e Milewski, 2002). De facto, as questões da localização, dimensão e proximidade dos aglomerados são aspectos directamente interligados quando se considera este tipo de aproveitamento energético. Bracken, Bulkeley e Maynard (2014) de-

envolveram uma análise social sobre a integração de mini-hídricas próximas de comunidades locais, resultantes da transformação de antigos moinhos em centrais de produção de energia.

Reflectindo sobre esta abordagem, a perspectiva energética pode ser um aspecto que incentive a reabilitação e recuperação destas infra-estruturas, marcos distintos na paisagem rural. Em Portugal, as vantagens concedidas na legislação e os incentivos financeiros disponíveis têm vindo a criar as condições para promover as mini-hídricas, sendo de referir que actualmente este tipo de aproveitamento é responsável por um fornecimento significativo de energia renovável (Soares e Tavares da Silva, 2013).

SÍNTESE

Da análise apresentada resulta evidente que o aproveitamento energético da mini-hídrica depende directamente da configuração do território, em particular das suas características topográficas, geológicas e hidrológicas. Entre todos os factores físicos, importantes para enquadrar um potencial projecto de central mini-hídrica no território, o caudal³⁹ do fluxo de água e a altura de queda útil⁴⁰ são os mais relevantes (Boyle, 2012). A Tabela 14 sistematiza os principais factores determinantes e parâmetros funcionais, que possibilitam o enquadramento de centrais a fio de água, no âmbito do processo de planeamento municipal.

Tabela 14: Factores determinantes e parâmetros funcionais para o planeamento de centrais mini-hídricas

<i>Central mini-hídrica a fio de água</i>	Pluviosidade	Ecosistemas, da fauna e da flora
	Bacias hidrográficas (caudal dos rios, potenciais albufeiras) e sistemas de irrigação	Características geomorfológicas (Altura de Queda Útil)
	Viabilidade económica: investimento inicial VS produção potencial de energia	Paisagem

De acordo com Aggidis et al. (2010), o planeamento deste tipo de central depende, antes de tudo, da avaliação dos aspectos económicos em causa, articulados com o diagnóstico rigoroso das características ambientais, culturais e físicas do local.

³⁹ O caudal representa os metros cúbicos de água por segundo que passam por uma dada secção (Boyle, 2012).

⁴⁰ A altura de queda útil refere-se ao diferencial em metros entre a secção a montante da tomada de água e a secção a jusante (Boyle, 2012).

Neste sentido, a análise SWOT apresentada na Tabela 15 evidencia a relação das centrais mini-hídricas com as três componentes da sustentabilidade.

Tabela 15: Análise “SWOT *light*” dos principais aspectos ambientais, económicos e sociais associados à mini-hídrica

ASPECTOS AMBIENTAIS	ASPECTOS ECONÓMICOS	ASPECTOS SOCIAIS
Irregularidade da precipitação (Daveau, 2005);	Amortização dos custos de capital em 10-20 anos (Paish, 2002);	Os locais adequados podem-se encontrar em áreas com paisagens naturais e históricos a preservar (Aggidis et al., 2010);
Irregularidade dos caudais (Andrews e Jelley, 2007);	Custo do investimento inicial elevado (Aggidis et al., 2010);	Baixo nível de aceitação entre as populações, decorrente dos possíveis impactos visual e ambiental (Bracken, Bulkeley e Maynard, 2014)
Risco de cheia decorrente do preenchimento de pequenas albufeiras (Bracken, Bulkeley e Maynard, 2014)	Eficiência da produção sujeita à variabilidade do fluxo de água durante o ano (Andrews e Jelley, 2007);	Baixo impacto das obras necessárias para a realização (Egré e Milewski, 2002);
A construção de um açude ou de uma barragem pode perturbar a flora e fauna dos rios bem como a vegetação envolvente (Abbasi e Abbasi, 2011);	Investimentos com baixo grau de credibilidade (Paish, 2002)	Os locais adequados podem ser em áreas rurais remotas, com densidade populacional baixa e consumos de energia mínimos (Paish, 2002);
Caudais elevados nos rios do Norte de Portugal (Daveau, 2005);	Prazos curtos para a construção da central (em média um ano) (Abbasi e Abbasi, 2011);	Recurso com maior potencial para as áreas rurais remotas nos países em desenvolvimento (Paish, 2002);
A redução da velocidade do fluxo de água possibilita uma menor erosão das margens do rio (Abbasi e Abbasi, 2011);	Controlo e regulação da produção de electricidade de acordo com os padrões de procura de energia (Boyle, 2012)	Ocupação do solo reduzida (Egré e Milewski, 2002)
Fonte de energia renovável com menor pegada de carbono e maior eficácia em termos de produção (Abbasi e Abbasi, 2011).	Baixos custos de operação e manutenção e grande durabilidade (Aggidis et al., 2010).	Promoção da auto-suficiência energética das pequenas comunidades rurais (Andrews e Jelley, 2007).

Pontos fortes	Oportunidades	Pontos fracos	Ameaças
---------------	---------------	---------------	---------

Com base na SWOT apresentada, é possível afirmar que os impactos ambientais e sociais relacionados com as centrais a fio de água são, em geral, pequenos e de natureza bastante localizada, sendo que, a fase de diagnóstico resulta fundamental para o seu correcto planeamento (Bracken, Bulkeley e Maynard, 2014).

O desenho de arquitecturas de tipo tradicional e a escolha de matérias locais para o projecto dos edifícios de apoio (Egré e Milewski, 2002), podem minimizar o im-

pacto visual, sendo este tipo de central o mais adequado para uma integração do aproveitamento energético do recurso hídrico nas áreas rurais. Às centrais mini-hídricas estão então associadas componentes não só de natureza objectiva, como é o caso das componentes físicas para o seu correcto funcionamento e a preservação dos valores ambientais, mas também de ordem subjectiva, de ordem social, na medida em que é relevante considerar o modo como este recurso é sentido e entendido pela população, numa lógica de participação dos diversos actores no seu planeamento e gestão.

Energia Eólica

ENQUADRAMENTO

A energia eólica resulta da radiação solar que, absorvida pelo solo e pelo mar, aquece o ar criando gradientes de temperatura que, por sua vez, provocam as correntes de convecção e as alterações da pressão responsáveis pelos ventos (Andrews e Jelley, 2007).

Desde os tempos mais remotos da sua descoberta, a energia eólica é um recurso tradicional das áreas rurais utilizado para a moagem de cereais, bombagem da água e outras aplicações de natureza mecânica (Boyle, 2012). Nos últimos anos, a eólica tem vindo a afirmar-se como a fonte de energia renovável economicamente e tecnicamente mais viável (Christie e Bradley, 2012). Para enquadrar a eólica é necessário abordar diferentes áreas de conhecimento, entre as quais, a meteorologia, a aerodinâmica, o planeamento, a engenharia electrónica, estrutural e mecânica (Boyle, 2012), acrescentando, em paralelo, a ponderação das questões económicas, ambientais e sociais de apoio à promoção do desenvolvimento sustentável (Tsoutsos *et al.*, 2015).

ANÁLISE

Ao encetar o estudo da energia eólica, tem que se salientar a influência fundamental da sua fonte: o vento⁴¹. O vento é um recurso temporalmente e espacialmente variável, sendo que é possível encontrar partes do mundo caracterizadas por ventos fortes e frequentes e outras onde a sua incidência é praticamente nula (Andrews e Jelley,

⁴¹ De referir que o total da produção de energia de uma turbina eólica é proporcional a 1/3 da velocidade do vento (Troen e Petersen, 1989).

2007). Estas situações estão relacionadas com o efeito da rotação terrestre e o aquecimento dos solos e dos oceanos, devido à radiação solar (Boyle, 2012).

A origem dos ventos assenta no sistema de trocas entre o ar mais quente no Equador⁴² e o ar frio nos pólos, sendo que, em proximidade de 30° de latitude as respectivas correntes provenientes de norte e de sul descem à superfície criando uma cintura de alta pressão (Andrews e Jelley, 2007). É de facto nesta zona, que surgem os padrões de circulação dos ventos alísios (célula de Hadley) e dos ventos de Oeste (célula de Ferrel), (Figura 40), sendo estes últimos os predominantes na Europa.

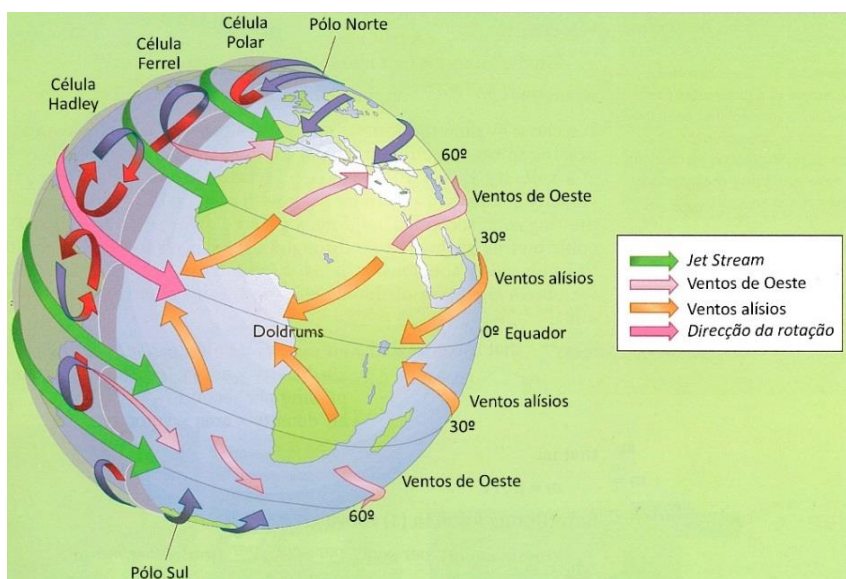


Figura 40: Esquema da circulação dos ventos à escala global
Fonte: adaptada de Boyle, (2012)

De acordo com Troen e Petersen (1989), cada país na Europa possui áreas com potencial para a produção de energia eólica. No entanto, é importante referir que o regime dos ventos apresenta variações relevantes à escala local e que são devidos a um conjunto de factores específicos. A velocidade do vento e a sua intensidade⁴³ variam consideravelmente durante o tempo, afectando a produção de electricidade das turbinas (Andrews e Jelley, 2007). Neste âmbito, a altura das turbinas acima do solo e a rugosidade do terreno são dois factores determinantes. De facto, a diminuição da densidade do ar com o aumento da altitude provoca uma redução da quantidade de energia

⁴² Um metro quadrado de superfície nas regiões próximas do Equador recebe mais radiação solar por ano que a mesma área localizada em latitudes mais altas (Boyle, 2012).

⁴³ A velocidade do vento classifica-se estável, se mantém a própria intensidade constante durante períodos de 10 minutos. (Andrews e Jelley, 2007).

que a turbina irá receber. Por outro lado, a rugosidade, determinada pela configuração espacial do terreno e a distribuição de obstáculos, encontra-se geralmente classificada em quatro classes (Troen e Petersen, 1989):

- CLASSE 0 – superfícies lisas de água (lagos e mar) ou areia;
- CLASSE 1 – áreas rurais com poucas construções e/ou vegetação;
- CLASSE 2 – áreas rurais com bastantes obstáculos e/ou muita vegetação;
- CLASSE 3 – áreas urbanas, suburbanas e florestas.

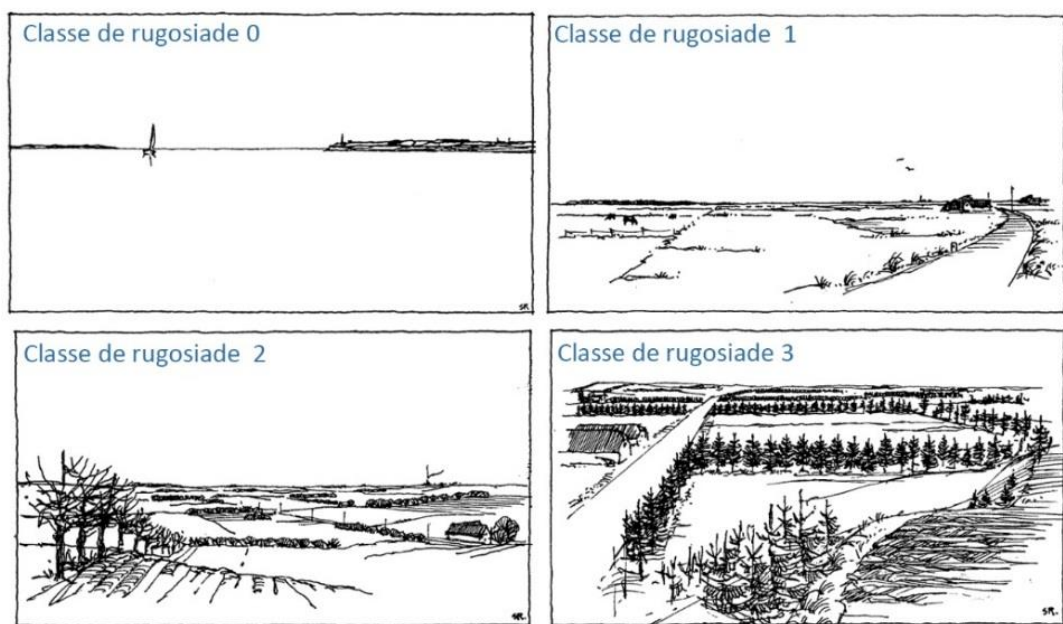


Figura 41: Representação esquemática das 4 classes de rugosidade
Fonte: adaptado de Troen e Petersen, (1989)

De referir que quanto maior a rugosidade do terreno, maior resulta o abrandamento do vento. Da síntese acima referida ressalta que a diversidade de factores que influenciam o regime de ventos é um âmbito de análise e diagnóstico bastante complexo. Nesse sentido, é importante referenciar a existência de alguns modelos desenvolvidos para a caracterização e avaliação do potencial eólico, que constituem uma ferramenta de extrema utilidade para suportar a perspectiva mais ampla do planeamento⁴⁴ (Andrews e Jelley, 2007). A Figura 41, retirada do Atlas Europeu do Vento, apresenta a panorâmica geral do recurso eólico na Europa Ocidental e em Portugal, em termos da

⁴⁴ Uma avaliação correcta do potencial eólico para a tomada de decisão sobre qualquer investimento, tem de basear-se em medidas de vento efectuadas especificamente para esse efeito à dimensão local (Troen e Petersen, 1989).

velocidade média (m/s) e da densidade de potência (W/m²) médias anuais, à altura de 50 metros.

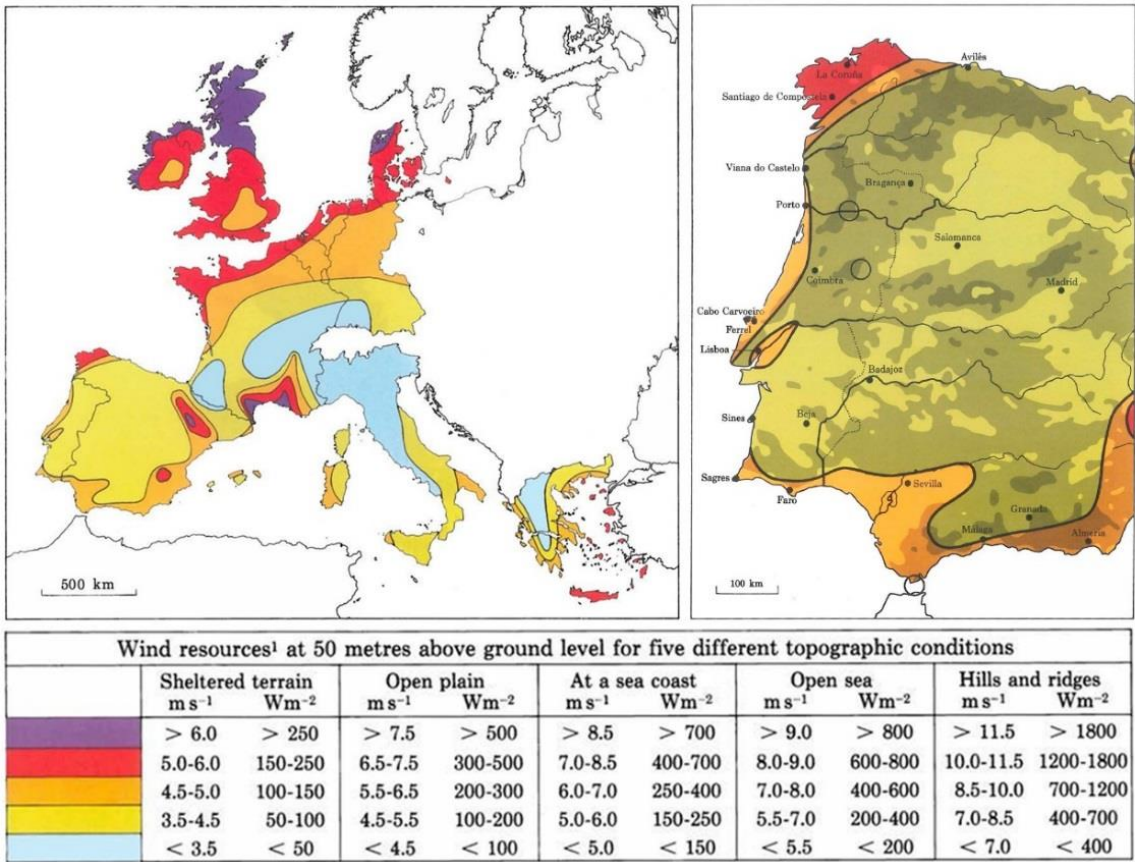


Figura 42: Extracto do Atlas Europeu do Vento: panorâmica geral do recurso eólico na Europa Ocidental e em Portugal

Fonte: adaptado de Troen e Petersen, (1989)

Focando, agora, a atenção no contexto nacional, é importante referir que Portugal se encontra a uma latitude muito sensível, próximo do limite entre a circulação de Oeste e a cintura das altas pressões subtropicais (Medeiros, 2000). De forma sintética, os aspectos gerais que influenciam o regime dos ventos e por sua vez o potencial de produção eólico, são os seguintes (Medeiros, 2000):

- Presença do *Jetstream* – corrente que sopra de Oeste, a alguns quilómetros de altitude, responsável pela deslocação da frente polar e pelo jogo complexo das massas de ar à superfície;
- Influência do Oceano – acção calorífera nas zonas litórais que apresentam menor amplitude térmica;
- Influência do Relevo – condições gerais de circulação atmosférica que provocam maiores precipitações a Norte;

- Proximidade da África – massas de ar continentais, quentes e secas.

Com efeito, o Atlas do Potencial Eólico de Portugal Continental, desenvolvido pelo LNEG, representa um dos modelos padrão mais avançados existente no actual estado da arte da modelação de escoamentos atmosféricos (Figura 43).

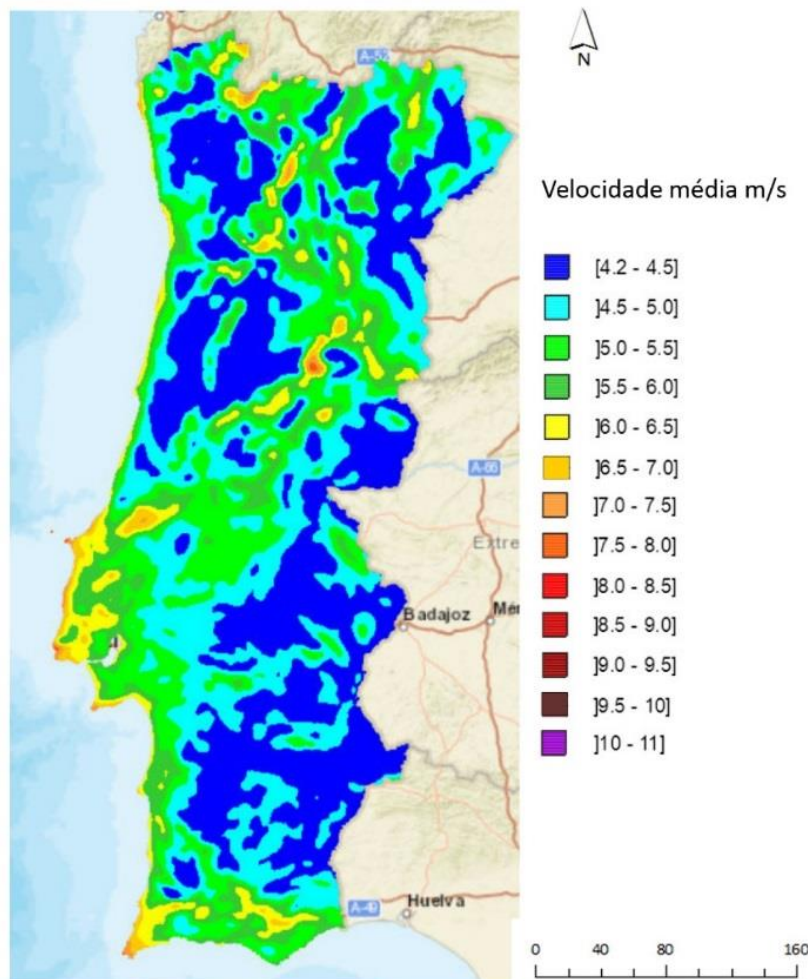


Figura 43: Atlas do Potencial Eólico de Portugal Continental

Fonte: adaptado INETI, (2015)

Esta ferramenta *online* permite ilustrar, para as diversas regiões do País, o recurso energético do vento e as consequentes estimativas de produção eólica, bem como outros parâmetros estatísticos relevantes. Desta forma constitui-se como uma poderosa ferramenta preliminar, não só para a avaliação prévia do potencial eólico, mas também como instrumento auxiliar de decisão de futuros investimentos em campanhas experimentais para caracterização do vento e do planeamento de redes eléctricas e demais infra-estruturas (INETI, 2015).

O entendimento do potencial eólico como complementaridade entre características geográficas e operacionais, concretiza-se numa primeira etapa de aproximação ao local onde é viável instalar as infra-estruturas de produção de energia. De facto, a implementação deste recurso é limitada pela disponibilidade de locais com ventos cuja velocidade seja de pelo menos 20 quilómetros por hora e pelo número de unidades de produção que uma determinada área pode acomodar (Pimentel et al., 2002).

Em termos espaciais, a geração de electricidade a partir do vento é implementada na forma de parques eólicos: conjuntos de aerogeradores interligados com uma subestação de energia eléctrica (Sesto e Casale, 1998). Neste enquadramento é importante referir que os aerogeradores ocupam apenas 2% da área, sendo que a maior parte do solo em seu redor pode ser utilizado para a produção de legumes, viveiros e alimentação do gado (Pimentel et al., 2002).

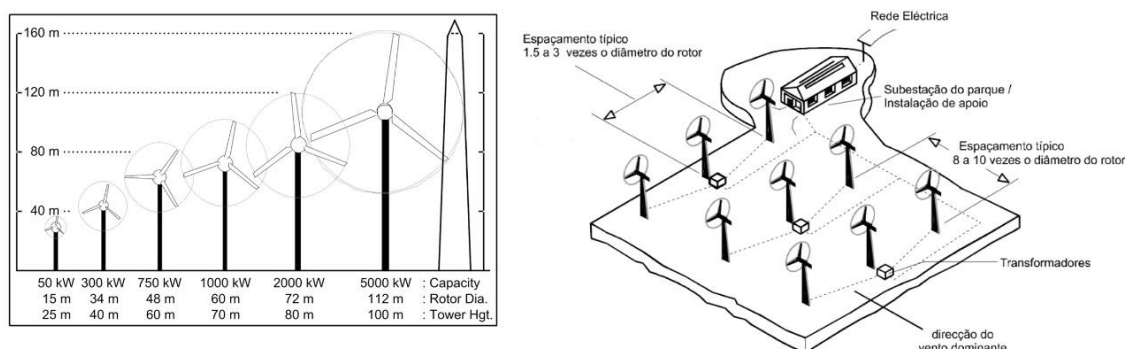


Figura 44: a) Dimensão, altura e diâmetros tipo das turbinas eólicas; b) Principais componentes de um parque eólico

Fonte: adaptado de Estanqueiro, (2006); McGowan e Connors, (2000)

Por outro lado, a relação “parques eólicos-áreas rurais” conduz ao debate controverso sobre os diversos impactos ambientais e sociais que envolvem as questões ligadas à paisagem (Warren et al., 2011), às possíveis interferências electromagnéticas (Boyle, 2012), à emissão de ruído (Firestone, Bates e Knapp, 2015), à morte por colisão das aves (Drewitt e Langston, 2008) e à oposição generalizada da população que decorre sob o lema: ‘not in my backyard’ (Bell, Gray e Haggett, 2005).

Ao nível nacional, os dados estatísticos mostram que em 2014 a energia eólica contribuiu a 20% do consumo total de energia final (DGEG, 2016). De acordo com a Figura 43, as zonas com maior potencial eólico localizam-se no litoral e nas zonas altas do interior norte e centro. Tal facto deve-se às características da geografia e geomorfologia

destas regiões, que proporcionam condições particularmente favoráveis para o desenvolvimento deste recurso. No entanto, Soares e Tavares da Silva (2013) referem que a definição de estratégias coerentes de instalação, conservação e desenvolvimento das infra-estruturas de suporte não é devidamente tratado nos planos municipais. À luz deste alerta, a síntese que a seguir se apresenta irá evidenciar os aspectos do planeamento da energia eólica que se tornam relevantes pela sua relação com o problema de localização dessas infra-estruturas no território municipal, o uso eficiente do solo e a promoção do desenvolvimento rural sustentável.

SÍNTESE

Como se pode perceber pelo que anteriormente foi referido, a implementação da produção de energia eólica envolve dois tipos de processos. Por um lado, a análise e diagnóstico das características físicas e factores locais, tal como acontece para as outras fontes de energia renovável analisadas; por outro, um processo de tomada de decisão mais complexo que tem de harmonizar os aspectos económicos e sociais num sentido de salvaguarda da paisagem e protecção dos valores naturais.

Tabela 16: Factores determinantes e parâmetros funcionais para o planeamento de parques eólicos

<i>Implantação parques eólicos</i>	Clima e condições meteorológicas	Altitude e topografia	
	Regime dos ventos predominantes	Rugosidade da superfície terrestre	
	Caracterização geológica do local	Paisagem	Parques naturais e áreas protegidas
	Tipologia, número e espaçamento entre turbinas ⁴⁵	Uso e Ocupação do solo	
	Proximidade rede eléctrica alta/média tensão	Proximidade da rede viária	

Com recurso a análise SWOT, apresenta-se de seguida um quadro de síntese sobre os pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças relacionados com a implementação da energia eólica (Tabela 17).

⁴⁵ Para evitar o efeito de rasteira, o espaçamento entre turbinas deve ser de 1.5 a 3 vezes superior do diâmetro do rotor (McGowan e Connors, 2000).

Tabela 17: Análise “SWOT *light*” dos principais aspectos ambientais, económicos e sociais associados à energia eólica

ASPECTOS AMBIENTAIS	ASPECTOS ECONÓMICOS	ASPECTOS SOCIAIS	
Coincidência de os locais de maior potencial eólico se encontrarem em zonas remotas e montanhosas (Martins, Marques e Cruz, 2011)	Investimentos de projecto, instalação e gestão elevados (Martins, Marques e Cruz, 2011);	Impacto visual (McGowan e Connors, 2000);	
Impactes nas aves e morcegos se não forem observadas as rotas migratórias (Boyle, 2012);	Barreiras administrativas e burocráticas nos processos de licenciamento (Martins, Marques e Cruz, 2011);	Ruído mecânico, associado ao equipamento, ruído aerodinâmico, relacionado com o movimento das pás no ar (Boyle, 2012);	
Variabilidade anual e sazonal significativa, com maior produção durante o Inverno (Heide et al., 2010);	Mercado da energia eólica em franco crescimento e oportunidade de criação de economias de escala no processo produtivo das turbinas (Bento e Fontes, 2015);	Interferência electromagnética com sinais de sistemas de comunicações (Boyle, 2012);	
Não gera resíduos nem emite poluentes e constitui um contributo valioso para a redução dos Gases de Efeito Estufa (Şahin, 2004);	Elevadas tarifas de fornecimento (<i>feed-in tariff</i>) (Soares e Tavares da Silva, 2013)	Integração de projectos eólicos nas comunidades locais através da criação de cooperativas (Boyle, 2012);	
Ocupação do solo não intensiva (McGowan e Connors, 2000).	Compatibilidade de produção hídrica/eólica e outras ER (Estanqueiro, 2006).	Criação de fileiras industriais/clusters à escala nacional (Bento e Fontes, 2015).	
Pontos fortes	Oportunidades	Pontos fracos	Ameaças

Da análise SWOT apresentada emerge que o principal papel do planeamento com vista à implementação da energia eólica deve assentar na acção de evitar ou reduzir os respectivos impactes ambientais e sociais. A viabilidade técnica com origem no respeito das condicionantes de localização geográfica e das imposições de natureza ambiental, é um aspecto que deve ser diagnosticado, desde logo, de forma a proporcionar uma visão clara e em simultâneo crítica sobre o potencial eólico implementável à escala municipal.

No que se refere aos obstáculos relativos à não-aceitação dos parques eólicos pelas populações locais, é fundamental definir processos de participação que conduzam ao entendimento dos benefícios ambientais-económicos. Neste contexto, o conceito de

*local community and co-operatively owned wind turbine*⁴⁶ é um bom exemplo para demonstrar o valor acrescentado que este recurso pode proporcionar ao nível das áreas rurais (Boyle, 2012).

Tendo em vista os aspectos acima referidos, o modelo teórico *SMART RURAL* terá de articular as interações entre os factores físicos e técnicos subjacentes à implementação da energia eólica, os planos directores municipais e a sustentabilidade em todas as suas vertentes, uma vez que neste recurso se deposita a maior esperança para o incremento de fontes de energia renováveis no país.

Energia Solar

ENQUADRAMENTO

A energia solar atinge a superfície terrestre sob as formas de radiação solar directa, indirecta (reflectiva) e difusa, permitindo aproveitamentos distintos em função do tipo de tecnologia adoptada (Boyle, 2012).

Como se referiu na parte introdutória da presente secção, um dos objectivos desta investigação é estabelecer um quadro teórico de referência onde se abordam os recursos renováveis para a produção de calor e electricidade. Neste sentido, a síntese e análise que aqui se apresentam têm como foco o aproveitamento da energia solar através dos sistemas fotovoltaicos (com e sem concentração) e solar térmico de concentração para a produção de electricidade, aquecimento de edifícios e produção de águas quentes para fins industriais ou agrícolas. Ainda a este respeito, a influência que a radiação directa tem na criação de condições para a eficiência energética nos aglomerados e edifícios, respectivamente através do planeamento urbano solar e soluções passivas para a arquitectura bioclimática, serão referidos na próxima secção: “Eficiência energética: um olhar além do urbano”.

⁴⁶ Este modelo tem vindo a proporcionar efeitos muito positivos em relação à aceitação pública da energia eólica na medida em que está a ser assumido em alguns países como componente estratégica do planeamento urbano (Boyle, 2012).

ANÁLISE

A energia solar é uma das fontes renováveis mais promissoras para enfrentar o desafio de um futuro sustentável em termos ambientais (Basosi, Maltagliati e Vannucini, 1999). Antes de abordar o tema das tecnologias para o aproveitamento deste recurso, é importante compreender quais são os principais factores que caracterizam a incidência da energia solar na superfície terrestre. A radiação solar divide-se em dois componentes: a radiação directa e a difusa, sendo o somatório destas duas, definido como radiação solar global (Figura 45) (Boyle, 2012).

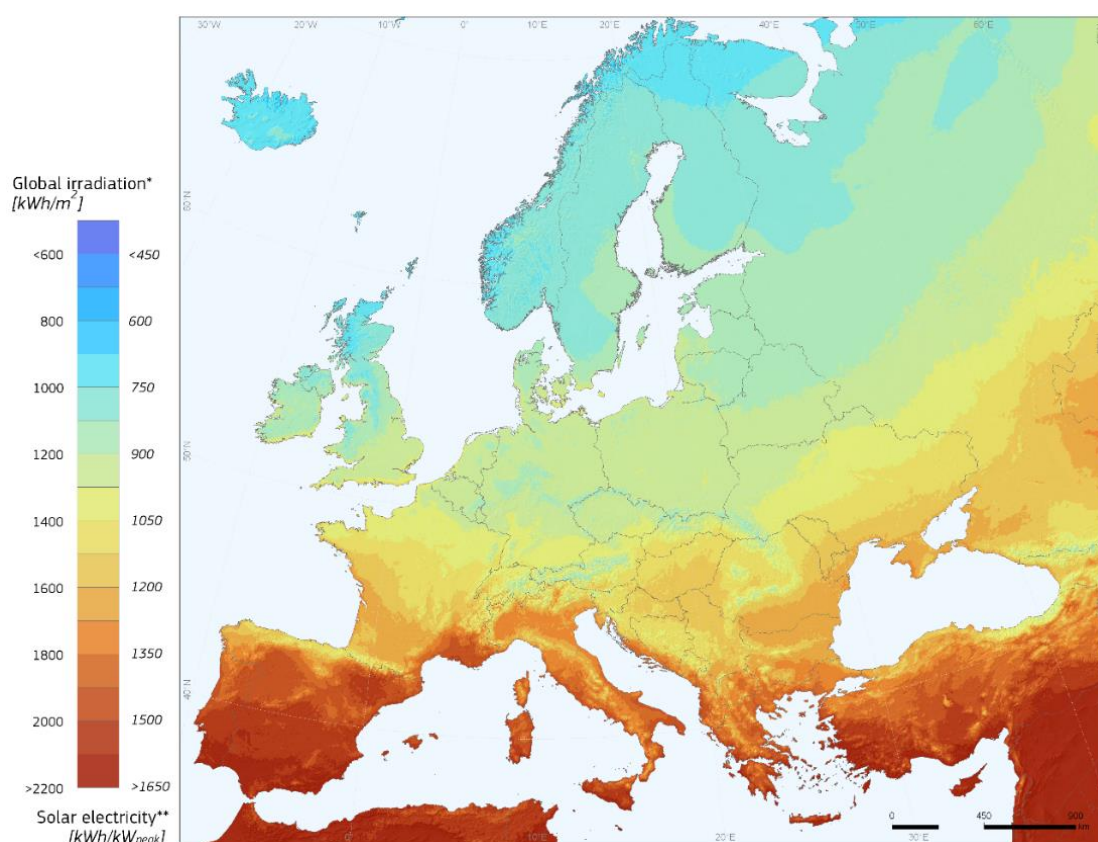
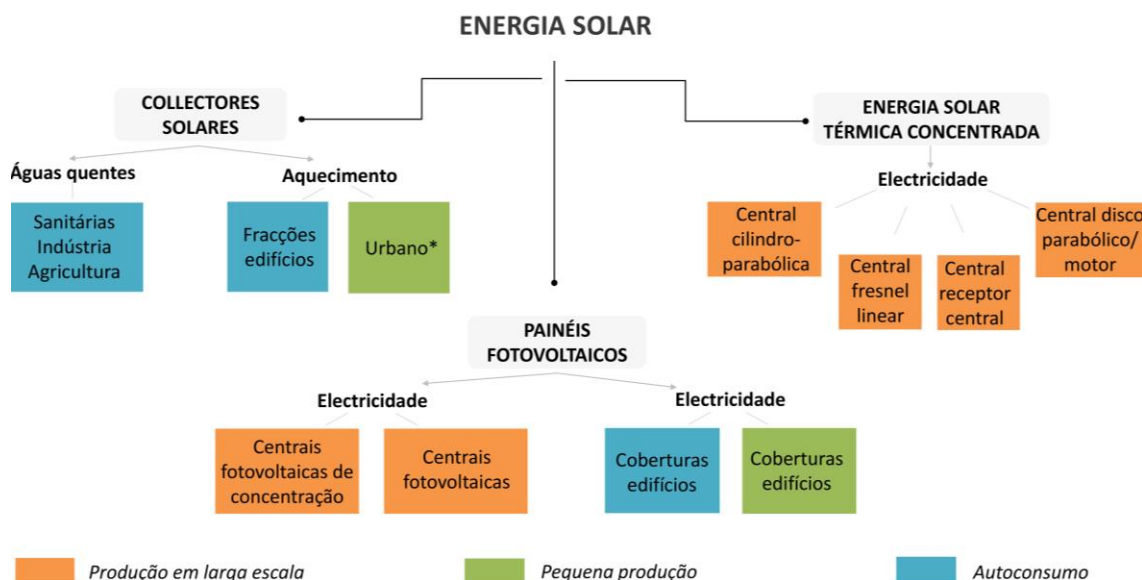


Figura 45: Potencial de radiação solar global nos países da União Europeia
Fonte: IET JRC European Commission, (2012)

Neste âmbito, os factores astronómicos⁴⁷, parâmetros geográficos bem como as condições atmosféricas determinam o nível da irradiação solar que representa o tempo de incidência da radiação solar numa superfície horizontal de um m², durante um dado intervalo de tempo de uma hora ou um dia. A radiação solar e a insolação são os dois

⁴⁷ Para possibilitar o maior aproveitamento de energia solar, a inclinação e orientação da superfície dos sistemas solares planos têm de ser, respectivamente, igual à latitude e perpendicular aos raios solares em Março e Setembro (Andrews e Jelley, 2007).

parâmetros chave para determinar o potencial energético solar num determinado local. Contudo, tem-se sempre de considerar que os níveis de radiação solar são variáveis durante o dia, o período do ano e sofrem a influência da posição geográfica⁴⁸ e dos fenómenos atmosféricos, sendo ainda e como óbvio, nulos durante o período nocturno (Andrews e Jelley, 2007). Esses aspectos tornam a energia solar, uma fonte de energia renovável que não pode ser solução única, mas apenas, que vem contribuir para um conjunto de soluções que devem assegurar o abastecimento de electricidade. A implementação da energia solar é associada a diferentes tecnologias que possibilitam a produção em larga, média e pequena escala bem como o autoconsumo (Karimi *et al.*, 2016), (Figura 46).



*O aquecimento urbano consiste no fornecimento centralizado a diversas fracções habitacionais de serviços de aquecimento. Este tipo de aproveitamento é muito comum em países como a Suécia e a Dinamarca, e pode agora, com a expansão da tecnologia de refrigeração solar, tornar-se numa mais-valia importante nos países do Sul europeu (Boyle, 2012).

Figura 46: Tecnologias de aproveitamento da energia solar e respectiva escala de produção

A utilização da energia solar para aquecimento de águas e ambientes desempenha um papel fundamental no âmbito da eficiência energética, sendo estas actividades responsáveis por 80% do consumo de energia dos edifícios (Andrews e Jelley, 2007). No entanto, estas questões relacionadas com as escalas do aglomerado, do bairro e edifício,

⁴⁸ A título de exemplo, a radiação solar anual que incide numa superfície horizontal pode variar entre cerca de 2300 kWhm⁻² nos trópicos e 800 kWhm⁻² no Círculo Polar Ártico (Andrews e Jelley, 2007).

serão analisadas em detalhe na próxima secção dedicada à eficiência energética no espaço rural.

Começando por analisar o caso da produção em larga escala, as centrais fotovoltaicas, com e sem concentração, e as centrais solares térmicas de concentração, são tecnologias para a produção de electricidade que pela sua expressão espacial e impactos na ocupação do solo, têm uma forte incidência no território e, por sua vez, no planeamento municipal. O solar térmico de concentração (CSP) é um sistema que utiliza módulos de espelhos, lentes, ou superfícies reflectoras orientáveis para concentrar opticamente os raios solares num plano focal, obtendo temperaturas muito elevadas (Llorente García, Álvarez e Blanco, 2011). O calor produzido é assim convertido em electricidade através de uma aplicação eficiente do ciclo termodinâmico, sendo que também pode ser utilizado para fins de aquecimento (Chaanaoui, Vaudreuil e Bounahmidi, 2016). As tecnologias de solar térmico concentrado classificam-se em quatro categorias, sendo que os sistemas cilindro-parabólico⁴⁹ e linear de tipo *Fresnel* concentram a luz solar num módulo linear enquanto o disco parabólico e a torre solar num único ponto receptor (Figura 47) (Llorente García, Álvarez e Blanco, 2011).

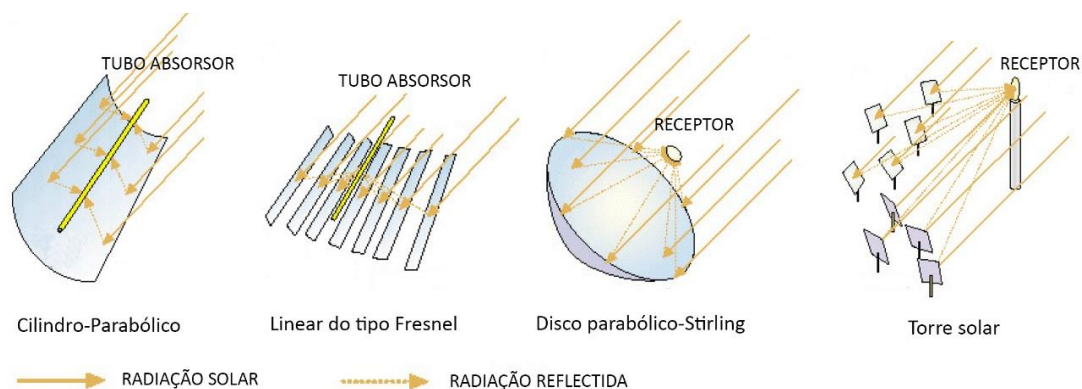


Figura 47: Tecnologias associadas ao solar térmico de concentração.

Fonte: adaptado de Khan e Arsalan, (2016)

Todas estas tecnologias têm três componentes fundamentais em comum: o campo solar, ou seja a porção de terreno necessária para a instalação dos módulos reflectores, a central de produção de electricidade e o sistema de armazenamento, onde o calor é armazenado num meio térmico durante as horas de alta insolação (Llorente

⁴⁹ É de referir que actualmente o sistema cilindro-parabólico representa a tecnologia tecnicamente e economicamente mais madura e mais utilizada, sendo os países leader a Espanha e os EUA (Llorente García, Álvarez e Blanco, 2011). Por estas razões, no âmbito desta investigação foi privilegiado o estudo do sistema cilindro-parabólico.

García, Álvarez e Blanco, 2011). De facto, as centrais solares térmicas de concentração, utilizando uma fonte primária distinta mas com uma predição bastante fiável, apresentam as mesmas características das centrais térmicas convencionais, proporcionando inércia ao sistema eléctrico e permitindo a regulação de operações a diferentes níveis.

Por outro lado, o aproveitamento fotovoltaico realiza-se através de tecnologias que permitem converter a radiação solar em electricidade de forma mais directa (Khan e Arsalan, 2016). De facto, as últimas décadas testemunharam um enorme progresso no desenvolvimento destas tecnologias que têm vindo a atingir níveis de eficiência elevados, reduzindo em simultâneo os seus custos (Boyle, 2012). Os sistemas fotovoltaicos, ao contrário do CSP, utilizam diferentes componentes da radiação global, sendo adequados para áreas com baixa ou elevada radiação directa.

O aproveitamento da energia solar através de tecnologia fotovoltaica divide-se dois grupos: painéis solares de primeira e segunda geração. O primeiro grupo, que representa mais de 85% do mercado, baseia-se no silício monocristalino e no silício policristalino, proporcionando os sistemas fotovoltaicos mais maduros e eficientes (Andrews e Jelley, 2007). O segundo grupo, constituída por filmes finos, baseia-se em materiais como o silício amorfo, o índio e o gálio e o telureto de cádmio apresentando, no entanto, menor eficiência do que a primeira e uma modesta difusão no mercado (Andrews e Jelley, 2007).

Em termos de produção em larga escala, os sistemas fotovoltaicos dividem-se em centrais fotovoltaicas com e sem concentração. As centrais fotovoltaicas com concentração (CPV) têm por base um princípio similar ao do sistema CSP, isto é a, utilização de lentes ou espelhos para concentrar a radiação solar em células fotovoltaicas de alto rendimento (Barlev, Vidu e Stroeve, 2011). A principal vantagem desta tecnologia é a menor necessidade de solo para a sua instalação e a optimização dos custos, sendo particularmente indicada para as áreas onde a intensidade média da radiação solar directa seja elevada (Boyle, 2012). Os sistemas mais comumente utilizados para o CPV são os colectores de tipo cilindro-parabólico e linear de tipo Fresnel que apresentam uma configuração similar aos CSP (ver Figura 47). Como tal, é de referir que a forma de ocupação do solo e as respectivas preocupações em termos de planeamento são as mesmas das que se verificam no caso das centrais CSP.

No que diz respeito aos sistemas fotovoltaicos sem concentração, as questões a ter em conta para o seu planeamento são similares às das outras centrais solares. A selecção do local tem de ser baseada no cruzamento de um conjunto de informações, sendo o clima e as condições meteorológicas são os aspectos mais importantes a equacionar para garantir a viabilidade técnica e económica (Arán Carrión *et al.*, 2008). Acrescenta-se que a eficiência da produção de energia prende-se também com as características físicas do local, isto é, terrenos planos que permitam a orientação dos painéis para Sul (no caso do hemisfério Norte) e sem elementos de sombreamento (Arán Carrión *et al.*, 2008). De acordo com Karimi *et al.*, (2016), os sistemas fotovoltaicos podem ser classificados em função da respectiva potência, como segue:

- 1º. 1/10MW – sistemas fotovoltaicos em larga escala, que necessitam de uma subestação de distribuição para possibilitar a ligação com a rede de transporte;
- 2º. 10kW/1MW – sistemas fotovoltaicos que podem ser ligados directamente à rede de distribuição, sendo este o caso dos painéis instalados nas coberturas de grandes dimensões dos edifícios;
- 3º. até 10kW – sistemas fotovoltaicos instalados nas coberturas dos edifícios de habitação e directamente ligados à rede doméstica e de baixa tensão.

A imagem que segue mostra três exemplos das tecnologias fotovoltaicas acima referidas de acordo com o respectivo nível de potência (Figura 48).



Figura 48: Exemplos de tecnologias fotovoltaicas de acordo com o nível de potência

Fonte: adaptado de ACCIONA, (2016); Voltalia group, (2016)

A implementação de todos os tipos de centrais solares, apresenta aspectos comuns que se podem considerar críticos, especialmente ao nível das áreas rurais. A quantidade de solo necessário para a instalação das respectivas infra-estruturas e a sua na-

tureza tipicamente descentralizada causam impactos significativos nos domínios da paisagem, da ocupação do solo e do património histórico-cultural (Chiabrand, Fabrizio e Garnero, 2009). Acrescenta-se que a implementação destas tecnologias leva à completa inviabilização do solo para qualquer actividade agrícola, sendo esta uma consequência bastante negativa para o desenvolvimento de base local (Varho, 2002).

Ao nível nacional é importante contextualizar Portugal como um dos países da União Europeia com maior incidência solar e com excelentes condições para a conversão fotovoltaica, com um índice de exposição solar médio de 1600 kWh/m² ao ano (Soares e Tavares da Silva, 2013). É de destacar também a existência de uma política nacional integrada para as diferentes tecnologias do solar, com base num modelo de desenvolvimento da respectiva fileira industrial (PNAER 2020). Ao mesmo tempo, os regimes de autoconsumo e pequena produção, complementados pela oportunidade da produção descentralizada em larga escala⁵⁰, criam as condições para uma diversificação de contributos importante para a promoção de um mix energético equilibrado. A aposta na energia solar desempenha assim um papel muito importante para o país, seja para a redução das emissões de GEE, seja para implementar novos paradigmas de desenvolvimento económico e social para as áreas rurais.

SÍNTESE

Como se referiu na análise acima, os dois principais parâmetros a ter em consideração para garantir um aproveitamento eficiente da energia solar são a inclinação e orientação dos painéis. Estes aspectos, em conjunto com a natureza descentralizada do recurso, evidenciam a importância do factor localização geográfica (Šúri *et al.*, 2007). Neste âmbito, diferentes autores demonstram que os sistemas de informação geográfica e detecção remota são ferramentas essenciais para a análise do potencial solar e a sua implementação no território (Brito *et al.*, 2012; Merrouni, Mezrhah e Mezrhah, 2014; Voivontas, Tsiligidis e Assimacopoulos, 1998). Recentemente, os SIG's têm ganho po-

⁵⁰ De salientar que os regimes de autoconsumo e pequena produção são regulamentados pelos Decretos-Lei 153/2014 de 20 de Outubro e Portaria 14/2015 de 23 de Janeiro, enquanto o regime de produção descentralizada em larga escala rege-se por legislação própria no âmbito do Decreto-Lei n.º 132-A/2010 de 21 de Dezembro.

pularidade como ferramenta para a selecção dos locais mais adequados para a implantação de centrais solares, considerando a perspectiva do planeamento territorial (Ar án Carrión *et al.*, 2008).

A utilização dos SIG's, permitindo a articulação espacial entre diferentes camadas de informação georreferenciada quais, como por exemplo os níveis de radiação e insolação, a densidade populacional, os consumos de energia, a rede viária e as infra-estruturas, constitui uma ferramenta fundamental para a delimitação de áreas com potencial de produção de energia (Amado e Poggi, 2015).

Por outro lado, as imagens LiDAR têm vindo a ser utilizadas para análises rigorosas do potencial solar nas áreas urbanas, onde a volumetria dos edifício e a forma das coberturas provoca impactos consideráveis nas superfícies adequadas para a instalação de painéis (Santos *et al.*, 2014). No caso do planeamento solar que envolve as áreas rurais, diversos outros factores determinantes e parâmetros funcionais devem entrar no processo, sendo fundamental prever uma análise espacial abrangente e definir critérios para a delimitação das áreas com condições adequadas para a implementação do recurso (Tabela 18).

Tabela 18: Factores determinantes e parâmetros para o planeamento da energia solar

<i>Centrais Fotovoltaicas</i>	Latitude	Uso e Ocupação do solo	
	Sombreamentos	Clima e condições meteorológicas	
<i>CSP</i>	Proximidade rede eléctrica alta/média tensão	Paisagem	Níveis de insolação
<i>CVP</i>	Radiação solar global, directa e difusa		
<i>Colectores solares</i>	Vegetação	Hidrologia	
	Proximidade da rede viária	Declive e exposição das vertentes	

No caso da energia solar, apresentam-se duas SWOT's, a primeira para os sistemas CSP e CPV (Tabela 19), que foram agregados na mesma análise pela existência de questões físicas e técnicas comuns, e a segunda para os sistemas fotovoltaicos (Tabela 20).

Tabela 19: Análise “SWOT *light*” dos principais aspectos ambientais, económicos e sociais associados ao sistema CSP e CPV

ASPECTOS AMBIENTAIS	ASPECTOS ECONÓMICOS	ASPECTOS SOCIAIS
Sistema adequado para aplicações em larga escala (>100 MW) (Xu <i>et al.</i> , 2016);	Elevados custos de investimento para os equipamentos e a respectiva manutenção (Xu <i>et al.</i> , 2016);	A necessidade de grandes áreas de solo determina impactos na paisagem (Khan e Arsalan, 2016);
Utilização de diversos materiais perigosos que podem causar riscos de contaminação do ar e dos solos (Xu <i>et al.</i> , 2016);	Elevados custos de investimento para o sistema de armazenamento (Kuravi <i>et al.</i> , 2013);	Tecnologia capaz de suportar o aquecimento urbano (Soares e Tavares da Silva, 2013);
Necessidade de grandes quantidades de água para o arrefecimento e limpeza do sistema (Xu <i>et al.</i> , 2016);	Proporcionam inércia ao sistema eléctrico (Khan e Arsalan, 2016);	Tecnologia que promove a diversificação das fontes de abastecimento energético (Xu <i>et al.</i> , 2016);
Geração de impactos ambientais durante a produção dos equipamentos e infra-estruturas que compõem o sistema (Khan e Arsalan, 2016);	Prevê-se uma redução dos custos associados à esta tecnologia no futuro (Xu <i>et al.</i> , 2016);	Criação de novos postos de trabalho (Soares e Tavares da Silva, 2013);
Fonte sustentável de energia limpa sem emissões de GEE (Khan e Arsalan, 2016);	Geram electricidade também durante os períodos nocturnos e não sofrem os efeitos das condições meteorológicas (Chaanaoui, Vaudreuil e Bounahmidi, 2016);	Elevada aceitação social (Khan e Arsalan, 2016);
Melhor desempenho em áreas desérticas, radiação solar elevada, baixa precipitação e baixa densidade populacional (Xu <i>et al.</i> , 2016).	Existência de muitos projectos de inovação e demonstração para amortizar os custos dos sistemas de armazenamento (Kuravi <i>et al.</i> , 2013).	Políticas de financiamento para a investigação e de incentivos para a promoção desta tecnologia desenvolvidas pela União Europeia (Xu <i>et al.</i> , 2016).

Pontos fortes	Oportunidades	Pontos fracos	Ameaças
---------------	---------------	---------------	---------

As duas SWOT’s examinam os pontos fortes e fracos bem como as oportunidades e as ameaças das três diferentes tecnologias, tendo em consideração o enquadramento e as condições da envolvente, próprias das áreas rurais. Desta análise, emerge que a energia solar térmica de concentração, apesar de não ser ainda muito difundida em Portugal, constitui uma tecnologia extremamente interessante e que pode desempenhar um papel determinante na promoção de um mix energético equilibrado à escala regional e local. O uso do armazenamento térmico nas centrais CSP, eliminando as interrupções na produção que resultam da irregularidade da energia solar, posiciona esta tecnologia entre aquelas de maior contributo para a garantia do abastecimento e a sustentabilidade energética do país. De acordo com Barlev, Vidu e Stroeve, (2011), a opção de

integrar o sistema CSP com o sistema CPV garante um modelo para a produção em simultâneo de electricidade e calor, sendo que este aspecto pode ser útil para a presente investigação. Apresenta-se, em seguida, a segunda SWOT direccionada para a análise dos sistemas fotovoltaicos sem concentração (Tabela 20).

Tabela 20: Análise “SWOT *light*” dos principais aspectos ambientais, económicos e sociais associados aos sistemas fotovoltaicos sem concentração

ASPECTOS AMBIENTAIS	ASPECTOS ECONÓMICOS	ASPECTOS SOCIAIS
Não geram electricidade durante a noite e nos dias nublados e há uma diminuição de eficiência com o aumento da temperatura (Chaanaoui, Vaudreuil e Bounahmidi, 2016);	Falta de apoio e assistência pós-venda ao cliente;	Impacto visual na paisagem e nos edifícios (Arán Carrión et al., 2008)
Utilização de energia e emissão de GEE na produção dos painéis fotovoltaicos (Tsoutsos, Frantzeskaki e Gekas, 2005);	A natureza irregular da produção fotovoltaica provoca instabilidades nas redes de distribuição de energia (Karimi et al., 2016);	Possibilidade de associar a produção ao consumo no mesmo local (Soares e Tavares da Silva, 2013);
Impactos nos ecossistemas, flora e fauna (Tsoutsos, Frantzeskaki e Gekas, 2005);	Incentivos para garantir o acesso à microprodução com base em critérios de interesse público (Soares e Tavares da Silva, 2013);	Criação de postos de trabalho (Tsoutsos, Frantzeskaki e Gekas, 2005);
Necessidade de grandes áreas (Tsoutsos, Frantzeskaki e Gekas, 2005) com consequente redução dos terrenos agrícolas (Varho, 2002);	Indústria e mercado em crescimento (Karimi et al., 2016);	Potencial da actividade de produção para autoconsumo, como forma de promover um maior conhecimento, especialmente pelos consumidores em baixa tensão;
Recuperação de terras degradadas (Tsoutsos, Frantzeskaki e Gekas, 2005);	Solução tarifária específica para assegurar uma adequada remuneração dos produtores (Soares e Tavares da Silva, 2013);	Promoção do processo de electrificação das comunidades rurais em áreas remotas (Tsoutsos, Frantzeskaki e Gekas, 2005);
Tecnologia que permite a redução das emissões de CO ₂ , não produz resíduos nem poluição (Tsoutsos, Frantzeskaki e Gekas, 2005);	A evolução tecnológica do fotovoltaico permite o recurso a menor investimento (Karimi et al., 2016);	Aproveitamento de coberturas de edifícios para a produção de electricidade (Amado, Poggi e Amado, 2014);
Existência de condições bastante favoráveis ao aproveitamento da energia solar no país (IET JRC European Commission, 2012).	Atribuição de regime prioritário para as zonas de elevado consumo onde está assegurada a necessária capacidade de recepção de potência na rede de distribuição (Soares e Tavares da Silva, 2013).	Aceitação social elevada decorrente da maturidade atingida por esta tecnologia e o seu desempenho eficiente (Khan e Arsalan, 2016).

Pontos fortes	Oportunidades	Pontos fracos	Ameaças
---------------	---------------	---------------	---------

Após a forte aposta na energia hídrica e eólica, o solar posiciona-se como o recurso com maior potencial de aproveitamento no país. Neste enquadramento, pode-se registar que as regiões do Sul, devido aos elevados níveis de radiação directa, apresentam as características mais favoráveis para a utilização do CSP e CVP. As tecnologias do solar térmico e fotovoltaico de concentração merecem assim um destaque especial, dada a eficiência demonstrada no aproveitamento da radiação solar e a mais-valia da produção, em simultâneo, de electricidade e calor.

Por outro lado, os sistemas fotovoltaicos em larga escala figuram como o tipo de central solar mais difusa à escala nacional. No entanto, é de salientar que esta tecnologia apresenta ainda baixos níveis de rendimento e necessita de maior espaço físico para a sua implantação face aos sistemas CSP e CVP, colocando o problema da ocupação do solo em competição com as culturas alimentares e as energéticas. No que respeita aos sistemas fotovoltaicos em pequena escala, salienta-se a vantagem de associar a produção ao consumo de energia no mesmo local, reduzindo os investimentos necessários para o alargamento e reforço das redes de distribuição e contribuindo ainda para a redução da factura energética dos consumidores. A importância desta constatação é a que leva a privilegiar a implementação do potencial solar das coberturas existentes nas áreas urbanas, aglomerados e zonas industriais face à instalação dos painéis no solo.

Em suma, tem de se destacar que a implementação em larga escala de centrais CSP, CVP e fotovoltaicas pode ser considerada, por um lado, um marco importante no caminho para a auto-suficiência energética dos municípios, por outro, uma ameaça com repercussões na ocupação/uso do solo e paisagem. Neste sentido, a energia solar deverá ser integrada no *SMART RURAL* encerrando pressupostos de eficiência técnica, viabilidade económica, aceitação social e impactos ambientais e posterior garantia de uma implementação que se acomode ao modelo territorial existente em cada município.

3.2.2 O contributo das *SmartGrid's*

Do quadro teórico anteriormente referido ressalta que a implementação das energias renováveis depende da exploração de um conjunto diferenciado de tecnologias. Por outro lado, a natureza descentralizada destes recursos endógenos assim como

as características de irregularidade⁵¹ em termos de produção de energia, conduzem à reflexão sobre como irá mudar a configuração espacial das redes no território e quais os impactos em termos operativos no sistema eléctrico. Ora, é neste âmbito, que surge o conceito de redes energéticas inteligentes, mais comumente conhecidas como *Smart Grid's*.

While for some, Smart Grids is installing smart meters in peoples' homes, for others it is integrating decentralized energy sources into the grid, (Wissner, 2011:2509).

A aparente falta de clareza salientada por Wissner, faz com que seja necessário abordar a temática das *Smart Grid's* de uma forma integrada, isto é, compreender a lógica e os princípios subjacentes ao planeamento das redes e a sua articulação com as energias renováveis e o reforço da eficiência energética. É, pois, de referir que o actual modelo do sistema eléctrico não permite ser alimentado maioritariamente por fontes de energia renovável com fornecimento irregular (Wissner, 2011). Assim, antes de se avançar com uma análise detalhada sobre as *SmartGrid's*, é importante compreender o contexto no qual se espera o desenvolvimento destas redes. Em Portugal, os princípios de organização e funcionamento do sistema eléctrico nacional, bem como as regras gerais aplicáveis ao exercício das actividades de produção, transporte, distribuição e comercialização são enquadradas pelo Decreto-Lei nº 29/2006 de 15 de Fevereiro (Figura 49).

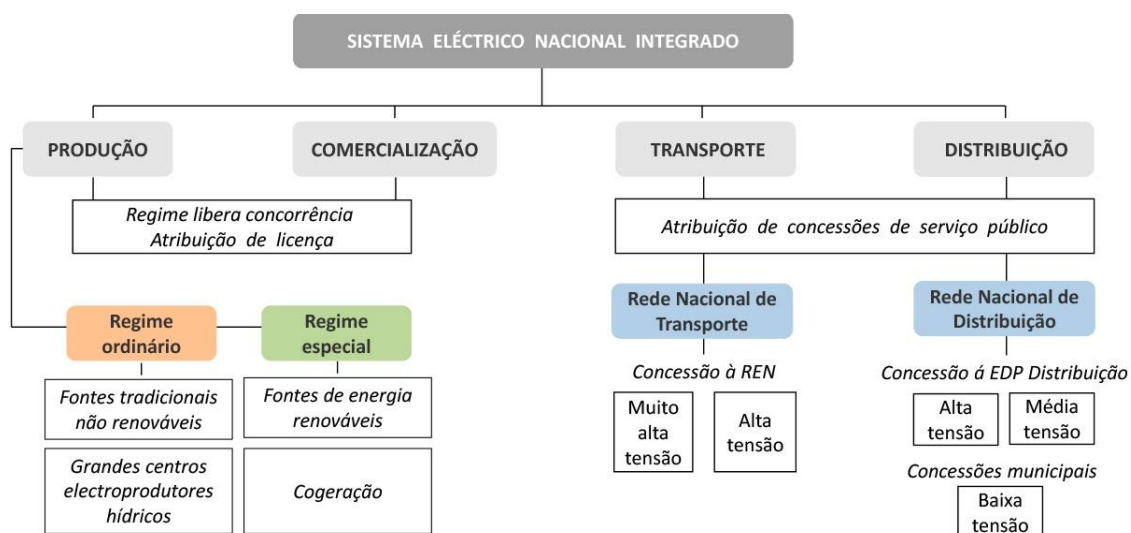


Figura 49: Organização do Sistema Eléctrico Nacional

⁵¹ Recorde-se que as energias hídrica, solar e eólica não são sempre disponíveis quando e onde é necessário, sendo que, as variações diárias e sazonais proporcionam uma produção renovável de carácter irregular e altamente volátil.

Em termos funcionais, o Sistema Eléctrico Nacional (Figura 50) tem como ponto de partida as grandes centrais produtoras de energia eléctrica, cuja energia produzida depois de ser elevada a tensão nas subestações associadas, é entregue às **Redes de Transmissão** (Transporte e Distribuição) (EDP distribuição, CIBIO/UP, 2009). Numa primeira fase a transmissão é feita pela **Rede de Transporte**, a qual integra o conjunto de linhas de Muito Alta Tensão (MAT)⁵² que transportam a electricidade a grandes distâncias, desde os centros produtores até às grandes áreas de consumo. Nas proximidades das zonas consumidoras, estão instaladas subestações nas quais a energia eléctrica é transformada em Alta Tensão (AT), consumível apenas pelas grandes indústrias. É neste ponto que se inicia a **Rede de Distribuição**⁵³ que leva a energia em AT a subestações apropriadas onde ocorre uma transformação da energia para Média Tensão (MT), consumida pelas pequenas e médias indústrias. Num momento seguinte, a energia em MT é transformada em Baixa Tensão (BT) com recurso a postos de transformação, sendo esta a rede que permite fazer chegar a energia eléctrica ao consumidor final (EDP distribuição, CIBIO/UP, 2009).

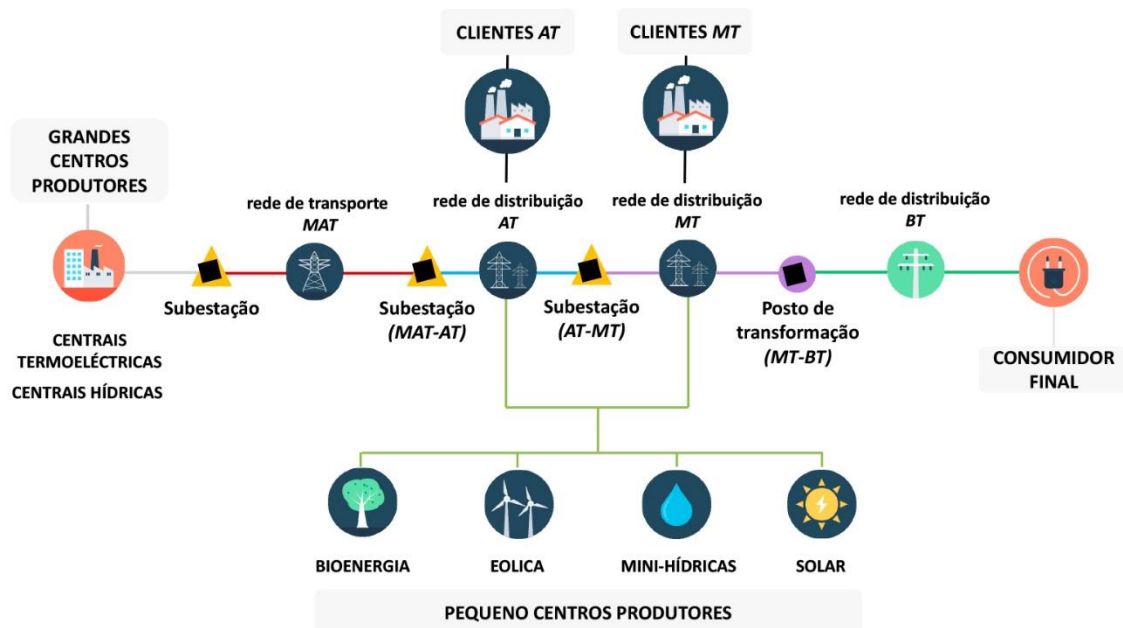


Figura 50: Estrutura do Sistema Eléctrico Nacional
Fonte: adaptada de EDP distribuição, (CIBIO/UP, 2009)

⁵² Em Portugal a rede de transporte encontra-se concessionada exclusivamente pela REN, sendo utilizadas tensões de 150, 220 e 400 kV (EDP distribuição, CIBIO/UP, 2009).

⁵³ Em Portugal a rede de distribuição é gerida em exclusividade pela EDP Distribuição (EDP distribuição, CIBIO/UP, 2009).

A Figura 50 mostra que se está perante um sistema eléctrico de tipo convencional onde a produção de energia proveniente de fontes renováveis de menores dimensões é injectada directamente na rede de distribuição. De acordo com Peças Lopes, Messias e Gonçalves (2009) e considerando quanto acima foi referido, resulta evidente que o novo paradigma, introduzido pelas *Smart Grid's*, envolve a passagem de um modelo de produção centralizada de electricidade para um modelo em que existe uma grande componente de produção descentralizada, situada ao nível das redes de distribuição, que coexiste com a grande produção, formando um sistema activo e integrado em todos os níveis de exploração. Neste sentido, o modelo subjacente ao conceito de *SmartGrid* é um modelo complexo, onde as novas topologias de redes complementam o sistema eléctrico convencional, interligando as grandes centrais tradicionais, a pequena produção descentralizada a partir de recursos renováveis, as soluções de armazenamento e os utilizadores finais (Figura 51). Como tal, é possível compreender que a integração das *Smart Grid's* não é um processo a curto prazo, mas sim uma transformação gradual do sistema eléctrico ao longo do tempo (Peças Lopes, Messias e Gonçalves, 2009).

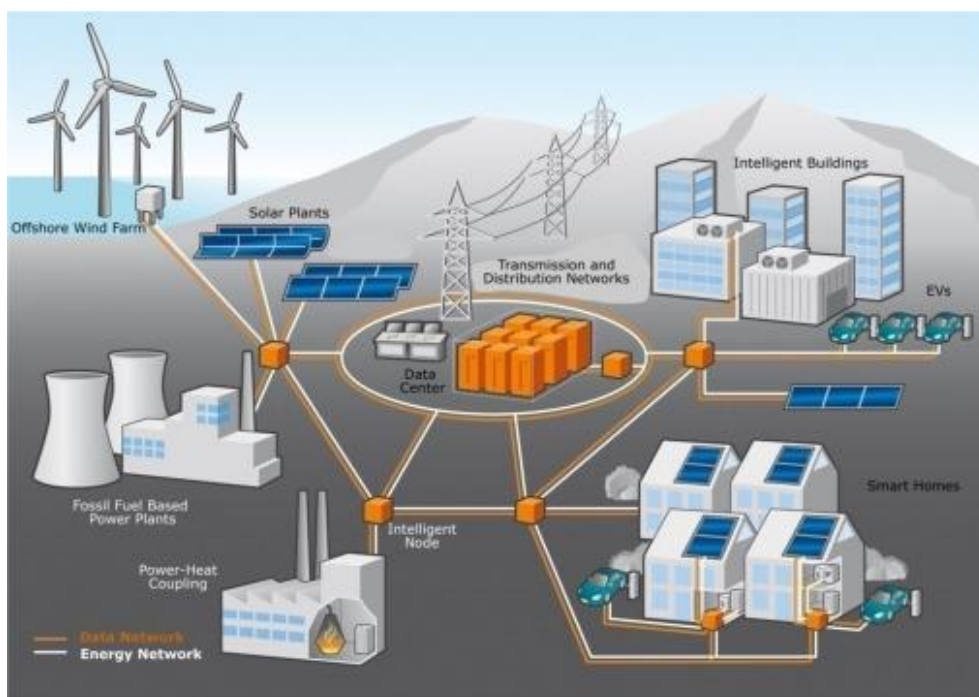


Figura 51: Modelo esquemático de uma *Smart Grid*
 Fonte: Colak et al., (2015).

No campo das energias renováveis, as *Smart Grid's* têm-se afirmado como uma tecnologia inovadora, capaz de monitorizar as condições de funcionamento e gestão dos

fluxos de energia e reduzir o risco de ocorrência de falhas, quer por determinadas condições atmosféricas, quer por problemas técnicos próprios da rede (Mah, 2014). É de referir que a capacidade de integrar na rede a produção em larga escala proveniente de recursos renováveis, constitui o principal contributo destas tecnologias para reduzir as emissões de GEE (Wissner, 2011). Para tal, o modelo *Smart Grid* é constituído por um conjunto de infra-estruturas e sistemas de automação que possibilitam a gestão da geração descentralizada proveniente das energias renováveis e permitem a comunicação da informação e a troca de fluxos energéticos bidireccionais entre as *utilities* e os clientes (Colak et al., 2015).

É de referir que as tecnologias de informação e telecomunicação (TIC) desempenham um papel fundamental para a automação e controlo remoto das redes (Wissner, 2011). A introdução de sensores e contadores inteligentes (*smart meters*), ao monitorizarem o estado da rede em tempo real e em toda a sua extensão, permitem um maior nível de desempenho em termos de fiabilidade, eficiência e qualidade de serviço (Fang et al., 2012). É evidente como a capacidade de optimização e gestão eficiente da oferta e procura de energia torna estas tecnologias particularmente vantajosas do ponto de vista económico e ambiental (Flynn e Energy, 2009). Por outro lado, estes equipamentos são também os elementos de ligação entre as entidades gestoras do sistema eléctrico e os consumidores. É neste sentido que é possível enquadrar as *Smart Grid's* também como um instrumento participativo, que recolhe e disponibiliza informação ao nível do consumidor, de forma que este possa avaliar os seus padrões de consumo de energia e mudar os seus comportamentos para conseguir consumos energéticos mais eficientes (Amado, Poggi e Amado, 2014). É este tipo de função que conduz ao grande contributo que a medição inteligente da energia pode proporcionar ao nível do reforço da eficiência energética, tendo como escala de intervenção o edifício e o comportamento do consumidor⁵⁴. Ainda no âmbito dos edifícios é de destacar o conceito de casa inteligente, onde o controlo da iluminação e dos sistemas de aquecimento, em função da presença ou não

⁵⁴ Um programa piloto desenvolvido na Alemanha demonstra que é possível obter 6,5% de redução dos consumos de electricidade nas habitações, apenas disponibilizando às famílias a informação sobre os próprios consumos e o respectivo custo (Wissner, 2011).

de pessoas, pode contribuir para um melhor conforto e uma redução dos consumos de energia até 35% do total (Wissner, 2011).

Além das questões relacionadas com o melhor desempenho das redes tradicionais, a introdução das energias renováveis e o reforço da eficiência energética dos edifícios, a afirmação das *Smart Grid's* prende-se também com o importante tema dos veículos híbridos ou somente eléctricos (Colak *et al.*, 2015). A futura integração destes veículos, cujo carregamento deverá ser assegurado pela rede eléctrica existente, surge como um novo grande desafio seja ao nível da definição de novas arquitecturas de gestão e controlo inteligentes, seja ao nível do planeamento urbano como vector estratégico e operativo do desenvolvimento deste cenário futuro (Amado, Poggi e Amado, 2014). Neste contexto, se se considerar o cenário em que se prevê um aumento considerável da produção de energia em pequena escala, acompanhado por uma tecnologia de armazenamento de energia ainda não eficiente e economicamente viável, a implementação de redes ao nível do bairro ou a nível municipal que interligam os consumidores finais é previsível e desejável (Amado, Poggi e Amado, 2014). Como resenha final dos potenciais avanços que as *Smart Grid's* podem proporcionar ao sistema eléctrico convencional apresenta-se o quadro seguinte (Tabela 21).

Tabela 21: Quadro de comparação entre rede tradicional e *Smart Grid*

REDE TRADICIONAL	SMART GRID
Produção centralizada de fontes fósseis	Produção descentralizada de fontes renováveis
Sistema de controlo mecânico	Sistema de controlo digital
Comunicação unidireccional	Comunicação bidireccional
Produção centralizada	Produção descentralizada
Topologia em forma radial	Topologia em forma de rede
Utilização reduzida de sensores	Número elevado de sensores e sistemas de monitorização
Monitorização manual	Monitorização automática
Sistema de restauro das falhas manual	Sistema de restauro das falhas semiautomático e automático
Equipamentos de controlo manuais	Equipamentos de controlo remoto
Gestão manual das situações de emergência	Sistema de intervenção adaptativo

Observando o quadro apresentado, conclui-se que as *Smart Grid's* se relacionam com um contexto de intervenção técnica e funcional amplo, sendo um facto a necessidade de que a sua integração nas redes tradicionais seja contemplada no processo de planeamento de uma forma integrada e logo desde o início do processo.

3.2.3 Planeamento das energias renováveis nas áreas rurais: estudo de casos

O modelo de organização das áreas rurais assentou desde sempre na trilogia: produção de alimentos – função principal, agricultura – actividade económica dominante e equilíbrio entre as características naturais e as actividades humanas desenvolvidas – tipo de paisagem (Ferrão, 2000). No entanto, as áreas rurais hoje estão em mudança: procurando caminhos para o desenvolvimento energético sustentável, um dos principais desafios que se coloca diz respeito à implementação das energias renováveis, através designadamente de uma “reorganização” destes territórios.

As energias renováveis representam, pois, um novo vector de desenvolvimento que poderá melhorar e qualificar, no seu conjunto, o nível de competitividade e crescimento económico das áreas rurais (OECD, 2012). Mas sustentabilidade é a palavra-chave subjacente a cada processo de desenvolvimento (European Commission, 2010), princípio este que, se analisado na perspectiva da implementação das energias renováveis nas áreas rurais, permite compreender que se está perante um quadro de intervenção amplo e complexo mas certamente de grande relevância face à necessidade de transição para uma sociedade de baixo carbono.

A implementação de fontes de energias renováveis no espaço rural, implica lidar com questões particularmente sensíveis como a competição de solos entre produção de energia-alimentos (Hoogwijk, 2004), a conservação da natureza e a preservação das paisagens (Frolova, Prados e Nadaï, 2015). Por outro lado, este processo também depende de outras componentes directamente relacionadas com a escala de intervenção dos municípios, muito nomeadamente a económica – no sentido da programação de investimentos privados, externos e/os financiamentos públicos; a da governança – subjacente à institucionalização de novos paradigmas de administração e de ordenamento do território; a social – ligada aos processos de participação e dinamização da população sobre estas temáticas (Nilsson e Mårtensson, 2003). O quadro de referência, acima referido, sintetiza o âmbito temático desta subsecção, que procura desenvolver uma revisão do estado da arte sobre os objectivos e os princípios assumidos, a nível global, quanto à implementação das energias renováveis nas áreas rurais e desenhar um modelo de análise, em forma de caso de estudo, para abordar a questão dos respectivos impactos na ocupação e uso do solo, ao nível mais local do País.

As formas de utilizar a energia, expressas pelas actividades da produção, transporte e consumo, sempre desempenharam um papel relevante na estruturação dos territórios (Nadaï e Van der Horst, 2010). O ambiente construído, as relações geopolíticas, os fluxos de pessoas e de capitais, tudo na sociedade actual se rege e é influenciado pela localização, disponibilidade e qualidade dos recursos energéticos (Calvert, 2015). Neste sentido, a natureza descentralizada e o tipo de ocupação do solo relacionados com a produção de energia renovável, estão a proporcionar hoje, novas configurações espaciais entre os centros de consumo e as redes, facto este, que representa um quadro de mudança radical no modelo de organização das áreas rurais (Bridge *et al.*, 2013). Esta situação de mudança, na realidade, já está em curso, tornando-se ainda mais urgente se se considera a necessidade de cumprir as metas estabelecidas pela Comissão Europeia, e que no caso de Portugal, exigem 31%⁵⁵ da energia primária consumida gerada a partir de renováveis em 2020 (Presidência do Conselho de Ministros, 2013).

Mas como se processam na realidade estes delicados equilíbrios entre implementação de recursos renováveis e planeamento das áreas rurais? Existem modelos que integram o planeamento das energias renováveis no processo de planeamento municipal? As administrações locais, cujo espaço rural pode ser um potencial protagonista do desenvolvimento da sociedade, têm capacidade e instrumentos adequados para intervir?

Estas questões surgem tanto mais pertinentes quanto se compreenda que muitas delas apresentam ainda respostas vagas, como demonstrado por Nilsson e Mårtensson (2003), num estudo sobre o estado do planeamento energético municipal na Suécia⁵⁶. De facto, verifica-se que as condicionantes geográficas (Domínguez e Amador, 2007), técnicas e económicas (Boyle, 2012), legais (Soares e Tavares da Silva, 2013), ambientais (Dincer, 2000) e paisagísticas (Blaschke *et al.*, 2013) relacionadas com as diversas fontes de energia renovável, remetem directamente para a operacionalidade do planeamento do território, às diferentes escalas (Calvert e Mabee, 2015).

⁵⁵ Actualmente, esse valor está nos 27 por cento, sendo assim evidente, a necessidade de racionalizar de forma dinâmica a futura implementação de novos centros de produção de energia renovável no País (DGEG, 2016).

⁵⁶ Este estudo constitui de facto uma referência interessante, sendo que a Suécia lidera destacada o ranking do país mais "verde" da UE, depois de em 2013 ter atingido uma quota de 52,1% de consumo de energias renováveis, mantendo-se acima da meta de 49% definida para 2020 (Eurostat, 2015).

É este o contexto em que o planeamento assume um papel determinante para a implementação das energias renováveis, afirmação esta, que é suportada por uma série significativa de questões específicas a equacionar, bem como diferentes técnicas que são hoje comumente utilizadas. Neste sentido, sistematiza-se um quadro de referência que enquadra vários aspectos teóricos e práticos que estão subjacentes ao planeamento das energias renováveis nas áreas rurais.

➤ **Quadro legal**

O aproveitamento de recursos renováveis para fins de produção energética é acompanhado, e condicionado, pela existência de um quadro legal e regulamentar que o suporta. O processo de planeamento das energias renováveis deve, pois, considerar os objectivos de preservação ambiental e social dos municípios. Neste sentido, apresenta-se a seguir uma síntese do quadro legal em vigor, aplicável à produção descentralizada de energia eléctrica em Portugal (Tabela 22).

Tabela 22: Quadro legal aplicável à produção descentralizada de energia eléctrica

Diploma legal	Descrição	Âmbito
Decreto-Lei n.º 179/2015 de 27 de Agosto	Regime jurídico de avaliação de impacte ambiental (AIA).	Protecção do ambiente
Decreto-Lei n.º 168/99, de 18 de Maio	Regulamento para Autorização das Instalações de Produção de Energia Eléctrica Integradas no Sistema Eléctrico Independente e Baseadas na Utilização de Recursos Renováveis.	Procedimento de licenciamento
Lei n.º 56/2008, de 04 de Setembro	Código das Expropriações.	Implantação da central produtora em terrenos de propriedade privada
Decreto-Lei 132-A/2010 de 21 de Dezembro	Regime para a atribuição de 150 MVA de capacidade de recepção de potência na Rede Eléctrica de Serviço Público (RESP) para energia eléctrica produzida a partir de centrais solares fotovoltaicas, incluindo a tecnologia solar fotovoltaica de concentração e pontos de recepção associados, mediante iniciativa pública.	Procedimentos concursuais
Decreto-Lei n.º 153/2014 de 20 de Outubro	Regime jurídico aplicável à produção de electricidade, em autoconsumo, destinada predominantemente ao consumo no local associado à unidade de produção, com venda do excesso da produção ao preço do mercado. Regime jurídico aplicável à produção de electricidade, vendida na sua totalidade à rede eléctrica de serviço público, por intermédio de instalações de pequena potência.	Autoconsumo Instalações de pequena potência

➤ **Análise custo-benefício**

Os recursos renováveis constituem bens ambientais que não deixam de estar sujeitos ao princípio do aproveitamento racional (Gomes, 2008). Neste contexto, a viabilidade económica constitui um dos factores com mais peso na tomada de decisão para a implementação das energias renováveis. A natureza descentralizada destes recursos, em conjunto com a baixa densidade populacional que caracteriza as áreas rurais, colocam a necessidade de uma gestão espacial optimizada na escolha dos locais de produção que, além de apresentar condições adequadas em termos de potencial, devem permitir soluções de ligação aos centros de consumo e à rede eléctrica existente, economicamente viáveis (Howard et al., 2009). A avaliação da viabilidade deve ser realizada computando os benefícios no médio e longo prazo, em simultâneo, com os possíveis prejuízos que a sua inserção em ecossistemas e utilização podem provocar à integridade de outros bens, ambientais ou de outra natureza, que impliquem condicionantes e serviços (Gomes, 2008).

➤ **Análise de decisão multicritério**

A análise de decisão multicritério tem vindo a afirmar-se como um método eficaz na percepção das articulações e interacções entre o conjunto de aspectos determinantes (Figura 52) que apoiam e justificam a tomada de decisão em matéria de planeamento das energias renováveis (Polatidis et al., 2006; Mourmouris e Potolias, 2013).

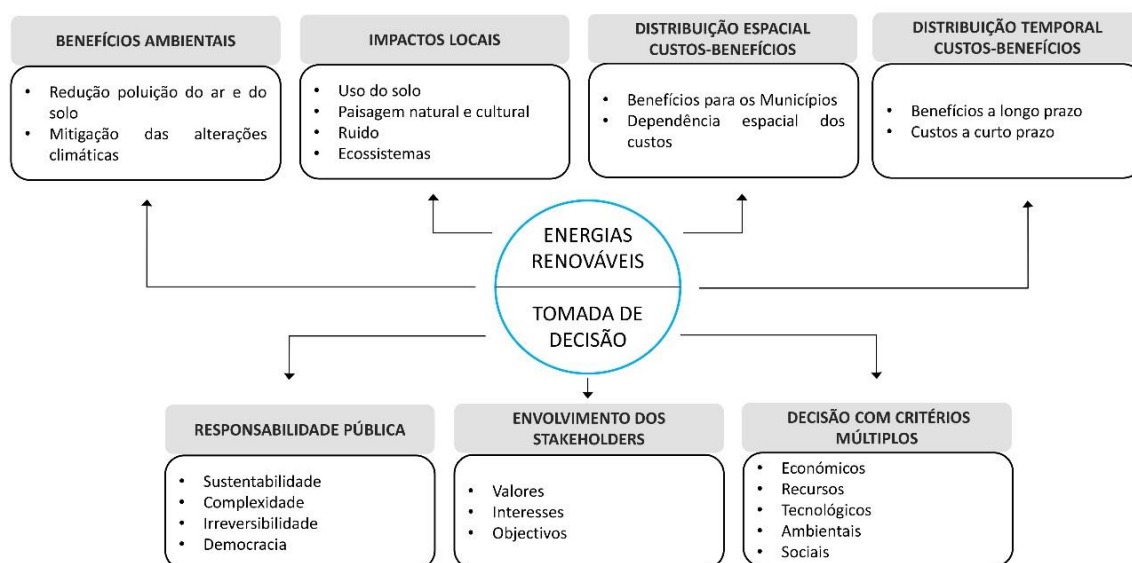


Figura 52: Energias renováveis e aspectos determinantes para a tomada de decisão

Fonte: adaptado de Polatidis *et al.*, (2006)

Mourmouris e Potolias (2013) salientam que, apesar de existir um conjunto variado de métodos de análise de decisão multicritério, a construção do processo apoia-se em etapas comuns:



Figura 53: Etapas comuns dos diferentes métodos da análise de decisão multicritério

Fonte: Mourmouris e Potolias (2013)

É de notar, a relação directa entre as etapas do método de análise de decisão multicritério e a estrutura dos processos de planeamento descritos no capítulo II, facto este, que confirma a aproximação ao planeamento das energias renováveis na perspectiva da gestão estratégica territorial. Por outro lado, a necessidade de articular a dimensão social, ambiental, económica e tecnológica e o planeamento das energias renováveis, encontra neste método uma abordagem integrada que, suportando a ligação entre componentes, possibilita potencial inter-relacionamento das mesmas (Pohekar e Ramachandran, 2004). Da análise sobre os diferentes métodos de análise de decisão multicritério, Pohekar e Ramachandran (2004) demonstram que o método da análise hierárquica é o mais utilizado no que se refere ao planeamento das energias renováveis e respectiva alocação de recursos e infra-estruturas energéticas. Entre as suas potencialidades, os autores salientam: a capacidade de converter um problema complexo numa hierarquia simples, flexível e intuitiva; a possibilidade de articular critérios qualitativos e quantitativos; a utilização de sistemas computacionais específicos, que permitem a formalização de processo de tomada de decisão multidisciplinar. Neste sentido, o tipo de hierarquia preconizada por esta análise coloca os objectivos gerais e metas do processo de tomada de decisão no nível superior, os critérios que afectam a decisão no nível intermédio e as opções de decisão no nível inferior (Figura 54).

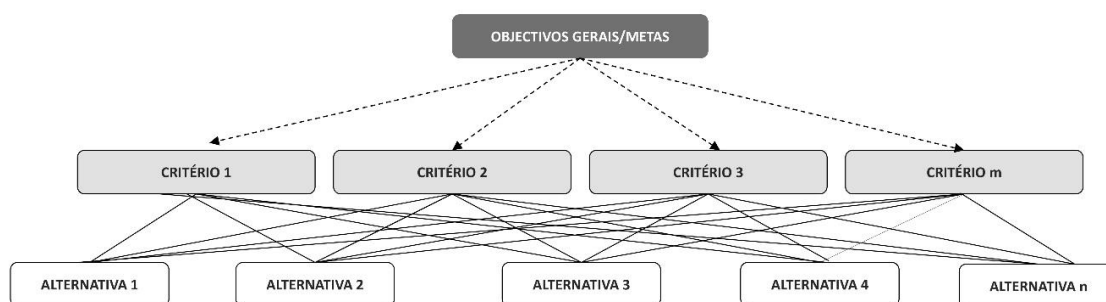


Figura 54: Modelo tipo do método de análise hierárquica

Fonte: Nigim, Munier e Green, (2004), imagem da autora

Neste âmbito, é importante ainda destacar a matriz de decisão, uma ferramenta muito eficaz cuja elaboração permite relacionar as alternativas identificadas e através da selecção de critérios, definindo dum modo orientado, as prioridades para o processo de decisão (Terrados, Almonacid e Pérez-Higueras, 2009). Uma aplicação prática deste método ao caso do planeamento das energias renováveis encontra-se no trabalho de Nigim, Munier e Green (2004). Os autores, apresentando o processo de tomada de decisão adoptado numa comunidade na região de Waterloo no Canadá, descrevem os conceitos associados a este método e demonstram a sua eficácia num contexto de intervenção à escala local. De facto, a questão da escala de intervenção e o envolvimento de comunidades locais, surge aqui como elemento chave para a concretização do planeamento das energias renováveis.

➤ Comunidades bioenergéticas

Em linha com quanto referido no parágrafo anterior, a escala da comunidade revela-se ser a mais adequada para articular o processo de decisão sobre o planeamento das energias renováveis. Süsser, Döring e Ratter (2016) referem que ao longo das últimas duas décadas, esta premissa tem levado ao surgimento de diversas iniciativas que envolvem as comunidades em investimentos de centrais solares, eólicas, de biogás e geotérmicas para a produção de energia renovável à escala local. Designando-se sob os nomes de comunidades bioenergéticas, *community renewable energy* ou comunidades renováveis, estas iniciativas têm como principal objectivo promover a participação da população em cooperativas que financiam e são proprietárias de projectos de produção de energia renovável em pequena escala. Esta abordagem traduz-se em soluções que garantem um adequado enquadramento no contexto local e níveis de aceitação social muitos elevados, em consonância com os benefícios e os interesses comuns alcançados.

Na União Europeia existem numerosos exemplos destas comunidades, que produzem energias renováveis para satisfazer as suas próprias necessidades⁵⁷. O estudo deste processo de transição à escala local é abordado de forma sistematizada por Dóci,

⁵⁷ O mapa completo das comunidades renováveis encontra-se no site da European federation for renewable energy cooperatives: <https://rescoop.eu/renewable-energy-citizen-initiatives/map>. É de referir que actualmente em Portugal existem 5 comunidades oficialmente registadas.

Vasileiadou e Petersen (2015). Estes autores utilizam um modelo de análise que se estrutura em três níveis de natureza sociotécnica: 1. Paisagem; 2. Regime de mudanças incrementais; 3. Abordagem de nichos. O nível da paisagem representa os processos e factores externos que influenciam o regime que, por sua vez, envolve as mudanças incrementais nos domínios da ciência, política, sociedade, cultura, consumidores, mercados e redes. Por fim, os nichos constituem espaços de inovação que criam condições económicas e técnicas para a implementação de novas tecnologias.

Estes princípios são os que têm conduzido a mecanismos de arrendamento de coberturas de edifícios públicos, armazéns industriais, telhados de edifícios destinados à agricultura, às pessoas que não tem espaço para instalar painéis fotovoltaicos. No entanto, as comunidades renováveis não são apenas iniciativas isoladas, mas sim, resultado de um movimento social muito mais amplo: *The Transition Movement*⁵⁸ de Rob Hopkins (2008). Este movimento tem como objectivo criar comunidades locais resilientes e auto-suficientes para dar resposta às múltiplas problemáticas relacionadas com as alterações climáticas e a dependência de combustíveis fósseis. É importante ressaltar que esta abordagem tem por base os princípios da permacultura, assentando num sistema global de auto-suficiência:

Rebuilding local agriculture and food production, localizing energy production, rethinking healthcare, rediscovering local building materials in the context of zero energy building, rethinking how we manage waste, all build resilience and offer the potential for an extraordinary renaissance – economic, cultural and spiritual (Hopkins, 2008:15).

Nesta perspectiva, cabe à dimensão social personalizar uma nova atitude que, no âmbito do conceito de desenvolvimento sustentável, se articule como meio de garantir a transição para um modelo energético sem combustíveis fósseis (Nicolosi e Feola, 2016). Por outras palavras, está-se perante um processo de “revalorização do espaço rural no âmbito da sociedade contemporânea”, que assenta no desenvolvimento de projectos à escala local e na implementação de um modelo de acções de cooperação baseado em valores de optimismo, pró-actividade e inclusão (Kenis e Mathijs, 2014).

⁵⁸ Em 2013, *The Transition Movement* contava já com a participação de 469 comunidades em todo o mundo. Estas comunidades são constituídas por pequenas cidades ou vilas com uma população inferior a 7000 habitantes, localizadas na proximidade de áreas rurais (Kenis e Mathijs, 2014).

Neste sentido, o processo idealizado por Hopkins (2008), apresenta uma estrutura bem definida, composta por 12 etapas, que pretendem desenvolver uma base de raciocínio lógico, incremental e sequencial para suportar o programa de acção que as comunidades devem seguir para desenvolver iniciativas eficazes de transição local (Figura 55).



Figura 55: 12 etapas do processo de transição
Fonte: Hopkins (2008), imagem da autora

No entanto, as comunidades que adoptam o processo de transição podem adaptar essas etapas ao próprio contexto e situação específica, sendo que, não constituem uma lista obrigatória, nem devem ser seguidas numa determinada ordem (Nicolosi e Feola, 2016). Um outro aspecto relevante do movimento de transição é o seu meio de difusão através da Rede de Transição⁵⁹, uma plataforma online que recolhe as iniciativas de transição local e os *hubs* nacionais. Neste sentido, a rede de transição também estabelece um sistema de certificação e um conjunto de critérios que as comunidades devem cumprir para serem reconhecidas como membros "oficiais". O movimento de transição local revela uma noção clara da importância das comunidades, numa perspectiva de gestão dos recursos e valorização do lugar.

⁵⁹ A plataforma www.transitionnetwork.org divulga documentação e materiais informativos, as directrizes operativas e oferece formação para os membros das cidades de transição, prestando serviços de consultoria e facilitando o intercâmbio de informações e aprendizagem entre as iniciativas locais.

A conceptualização geográfica dos territórios em termos de contexto social e escala de intervenção, torna-se assim um aspecto fundamental para articular a implementação das energias renováveis e o seu planeamento nas áreas rurais. Também é de destacar o papel das TIC's para a difusão destas iniciativas, que se revela um meio para a construção e reforço de estruturas espaciais interconectadas.

➤ ***Geografia da Energia***

A Geografia da Energia, uma disciplina emergente, é capaz de produzir conhecimento acerca da monitorização do sistema eléctrico, a identificação dos factores locais que determinam a distribuição espacial dos investimentos; a avaliação de riscos ambientais, económicos e sociais relacionados com a instalação de centrais de produção em larga escala; a compreensão de como as diferentes tecnologias estão a evoluir nos diferentes países; o mapeamento das variações à escala nacional, regional e local na produção, distribuição e utilização da energia (Calvert, 2015). Neste âmbito, Calvert (2015), salienta a eficácia dos sistemas de informação geográfica na identificação das áreas mais adequadas para o aproveitamento dos recursos energéticos, tendo em conta as restrições legais à utilização do território e as condicionantes económicas, sociais e ambientais. De acordo com este autor, o mapeamento dos recursos energéticos coloca-se como um instrumento fundamental para capacitar os planeadores e decisores políticos para a tomada de uma decisão mais objectiva e informada.

A necessidade de uma abordagem espacial resulta clara no trabalho desenvolvido por Palmas, Siewert e Von Haaren (2015). Estes autores apresentam um modelo integrado que articula o planeamento regional e a implementação das energias renováveis através de três etapas:

1. identificação do potencial teórico de energias renováveis no território;
2. calibração do potencial teórico de acordo com as condicionantes técnicas que limitam a sua implementação;
3. adequação às restrições de natureza social, ambiental e económica.

Com efeito, a delimitação das áreas a excluir e respectiva sobreposição com as potenciais áreas para a produção de energia em ambiente SIG, se demonstra um instrumento fundamental para apoiar decisões em matéria de ordenamento do território, gestão das áreas de solo rural e de solo urbano (Figura 56).

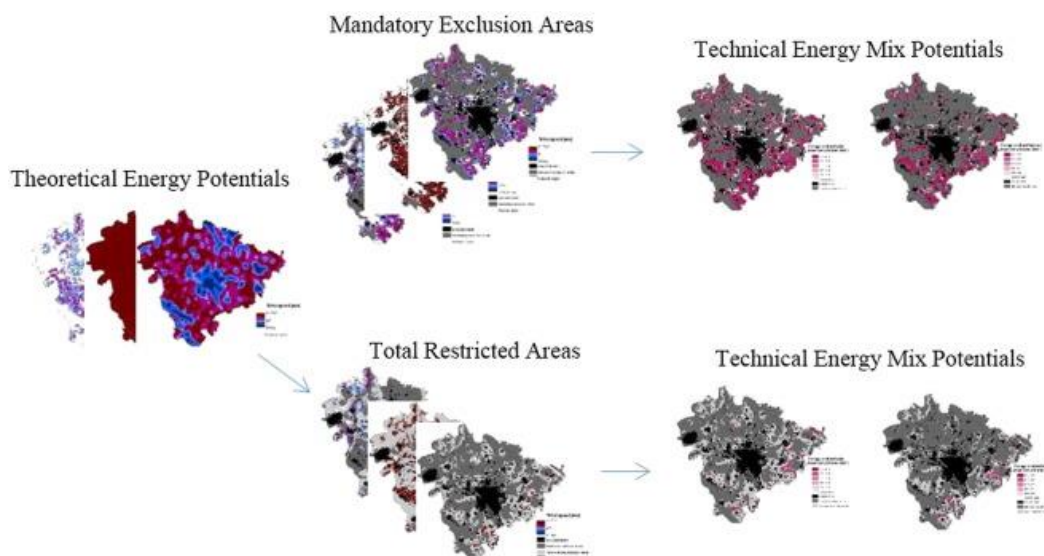


Figura 56: Exemplo de camadas de informação integradas em ambiente SIG para o mapeamento energético à escala da região

Fonte: Palmas, Siewert e Von Haaren, (2015)

É também evidente que esta perspectiva de análise e gestão espacial dos recursos energéticos tem uma enorme importância para complementar as novas abordagens da temática da integração das energias renováveis no planeamento municipal (Blaschke et al., 2013) e interligação com os princípios do desenvolvimento sustentável (Bridge et al., 2013).

➤ *Paisagens energéticas*

O conceito das “paisagens energéticas” representa um campo de investigação ainda muito recente, mas que é extremamente útil para entender as complementaridades ambientais, sociais e culturais que resultam da relação paisagem-energia (Nadaï e Van der Horst, 2010). De facto, esta abordagem possibilita uma leitura sobre a implementação das energias renováveis nas áreas rurais segundo uma perspectiva de planeamento territorial, que se revela como um processo operativo a aprofundar (Blaschke et al., 2013). Neste sentido, as paisagens energéticas assentam num entendimento de base mais completo e sistémico do território, e da sua respectiva sociedade, entendi-

mento este, que é de considerar essencial face aos riscos de natureza ambiental e económica, que podem resultar da implementação das energias renováveis em áreas sensíveis (Nadaï e Van der Horst, 2010; Blaschke et al., 2013; Calvert, 2015).

3.3 Eficiência energética: um olhar além do urbano

Os desafios relacionados com a “Energia para o Futuro” implicam uma mudança de paradigma, não só na forma de como a mesma é produzida, mas também de como é consumida (Allouhi *et al.*, 2015). A utilização eficiente da energia, bem como a valorização do seu “não uso”, são requisitos essenciais para a implementação de um modelo de desenvolvimento que se pretende sustentável (Ministério da Economia, 2001). Este quadro torna a eficiência energética um ponto marcante da agenda política e social, bem como, um dos temas mais debatidos e investigados pela comunidade científica, tanto em termos nacionais como internacionais. As cidades, enquanto espaço de concentração de pessoas e actividades, afiguram-se como os palcos por excelência do consumo de energia no território (Steemers, 2003). Esta situação, pela sua própria delimitação espacial, é um contexto de marginalização do espaço rural no debate sobre a temática do reforço da eficiência energética, sendo este o assunto de partida desta terceira secção do capítulo III.

A procura de um balanço energético nulo ao nível municipal, onde a delimitação espacial permite identificar diferentes tipologias de espaços de produção e consumo de energia, torna o estudo da eficiência energética no espaço rural, uma etapa da investigação logicamente necessária e cuja natureza oscila entre uma síntese holística do estado da arte e o estabelecimento de correlações operacionais. Uma síntese holística porque a eficiência energética constitui um vector estratégico de desenvolvimento em rápida evolução, que tem como alvo principal o urbano e o respectivo conjunto, amplo e variado de componentes: população, transportes, indústria e sector dos edifícios/construção (Gellings, 2009).

Estes aspectos são os que determinam a necessidade de uma síntese, que não é uma análise isolada dos determinantes da eficiência energética, mas sim, um quadro de referência para a sua compreensão integral. Por outro lado, o estabelecimento de correlações operacionais, decorre da necessidade de entender os elementos que possibilitam o diagnóstico do desempenho energético dos territórios e o

desenvolvimento de estratégias para o reforço da eficiência energética a incorporar nos PDM's (Rosa e Neves, 2011). Tais questões implicam o estudo de um conjunto de princípios, ferramentas de avaliação e medidas em matéria de eficiência energética, que sejam adequadas e eficazes à sua abrangência geográfica e diferentes escalas de actuação (Atom Mirakyan e Roland De Guio, 2013). É aqui que se coloca o contexto do espaço rural como veículo para alcançar os objectivos de reforço da eficiência energética à escala do município, considerando o território como um único elemento na equação a balancear. Posta esta introdução, a presente secção da tese é constituída pelas seguintes três grandes temáticas:

- A revisão de literatura sobre os determinantes da eficiência energética no urbano;
- A transição dos domínios da eficiência energética e as suas respectivas escalas de intervenção no urbano para o rural;
- O processo de integração da eficiência energética no planeamento municipal, em termos empíricos e aplicados, baseado numa revisão sistemática da literatura.

3.3.1 Os determinantes da eficiência energética no ambiente urbano

O que significa exactamente “Eficiência Energética”? A pertinência desta pergunta prende-se com o facto de ser muito comum evocar a eficiência energética a propósito de tudo e mais alguma coisa: energias renováveis, *Smart Cities*, edifícios de balanço energético nulo NZEB, *Internet of Things*, SmartGrid's, TIC's, só para citar alguns exemplos. Esta generalização conduz ao reconhecimento de que se está perante um tema de ampla abrangência e que ao assumir um carácter explicitamente transversal, se constitui como componente-chave da sustentabilidade e do processo de desenvolvimento da sociedade.

Nesta óptica, é importante referir que Eficiência Energética é, antes de tudo, a capacidade tecnológica e operacional de obter os mesmos benefícios económicos e/ou sociais com base num menor recurso a fontes de energia primária (García-Álvarez, Moreno, & Soares 2016). Uma definição que evidencia o princípio fundamental da redução dos consumos e de onde ressaltam as três principais componentes da sustentabilidade – a económica, relacionada com os custos das soluções necessárias para melhorar o de-

sempenho energético; a social que se prende com a responsabilidade dos decisores políticos e com os comportamentos das pessoas na utilização da energia e a ambiental, ligada aos efeitos da queima de combustíveis fósseis.

Ponderado e relativizado o significado de eficiência energética, a questão que aqui se coloca é a de identificar quais os principais determinantes do consumo de energia que, por sua vez, podem ser otimizados às diferentes escalas e níveis de intervenção do planeamento municipal. Neste contexto, o trabalho de Steemers (2003) é demonstrativo de que as **densidades** e os **padrões de ocupação e expansão urbana** têm um grande impacto nos consumos de energia dos edifícios residenciais e de serviços. Mais interessante ainda é a afirmação do autor quando refere que para aumentar a densidade e a eficiência energética nas cidades é necessário desenhar **tecidos urbanos compactos**, com uma **profundidade dos edifícios** na ordem de 10-12m e orientados de forma a garantir o **acesso solar**, a **iluminação** e **ventilação natural**. No enalço desta temática, o trabalho de Ratti, Baker e Steemers (2005) evidencia que o **clima** em articulação com as **morfologias urbanas**, as **tipologias de edifícios**, os **sistemas e materiais de construção**, os **padrões de utilização da energia** e o **comportamento das pessoas** constituem os principais determinantes no consumo de energia no espaço urbano. Segundo Christensen e Horowitz, (2008) a **orientação dos edifícios**, determinada pelo **traçado da rede viária**, influência directamente não só o **consumo de energia para aquecimento e arrefecimento** bem como a **produção de energia renovável**. O desenho da rede viária, coluna vertebral da cidade, revela-se assim um aspecto chave para garantir um melhor desempenho energético dos edifícios e introduzir a questão da produção de energia renovável em ambiente urbano.

É pois a partir destas reflexões que Amado e Poggi (2012) desenvolveram uma abordagem para a redução dos consumos nas cidades, que articula o **zonamento** e o **desenho urbano** com base em parâmetros importantes como a **orientação solar** e a **volumetria** dos edifícios para otimizar os níveis de **conforto térmico interior e exterior**, a relação entre a **dimensão dos lotes**, o **número de pisos** e a **área de cobertura e fachada** com condições adequadas para a instalação de painéis fotovoltaicos e a coerência entre a **distribuição funcional dos usos** propostos e o respectivo consumo de energia face à capacidade de **produção da energia solar no local**.

Mais recentemente, Rode *et al.*, (2014) elaboraram uma análise da morfologia urbana na perspectiva do consumo de energia para aquecimento dos edifícios, acrescentando um conjunto de variáveis relevantes para a eficiência energética: os **standards de isolamento térmico** fixados por lei, as **superfícies envidraçadas nas fachadas** e as condições climáticas no local.

Posto isto, é possível afirmar que a análise das morfologias constitui uma ferramenta eficaz para sintetizar as formas dos aglomerados e os elementos que as estruturam e construir relações para a optimização do desempenho energético, seja em termos de redução dos consumos, seja de aproveitamento do potencial de produção de energia solar. Do ponto de vista operativo, este aspecto relaciona-se directamente com o estudo de Cajot *et al.*, (2017) no qual se demonstra que as escalas espaciais do quarteirão e do bairro oferecem melhor condições para implementar medidas de eficiência energética do que os edifícios. Esta afirmação é, pois, importante para dirigir a acção do planeamento municipal, procurando explicitar a escala de intervenção mais adequada para implementar determinadas soluções para a redução do consumo de energia através do desenho urbano, regulamentação ou reabilitação do existente. É esse entendimento que suporta a implementação do modelo de cidade energeticamente eficiente: E-City desenvolvido por Amado, Poggi e Amado, (2014).

Transpondo a natureza do átomo para a cidade, é possível o entendimento desta como um conjunto de zonas, negativas, positivas e neutras, que num complexo sistema de trocas energéticas resultam num estado de equilíbrio. É esse conceito que leva à delimitação de determinadas zonas da cidade, com base na identificação de relações de homogeneidade entre padrões de morfologia urbana e potencial de produção de energia superior às necessidades de consumo de energia. Do ponto de vista metodológico, essa capacidade traduz-se no modelo GUUD⁶⁰: Delimitação Geográfica de Unidades Urbanas, que são classificadas como negativas, positivas e neutras, de acordo com o diferencial entre consumos existentes e potencial de produção de energia. O sistema de trocas entre as unidades urbanas prevê a integração de redes inteligentes à escala do

⁶⁰ O modelo de Delimitação Geográfica de Unidades Urbanas proposto por Amado e Poggi, (2014) é suportado por um *workflow* computacional que articula SIG e BIM, permitindo a análise do potencial de produção solar com base na modelação tridimensional e a parametrização de ambientes urbanos georreferenciados.

bairro/quarteirão de forma a monitorizar e otimizar o balanço energético entre as várias partes da cidade envolvidas. Interessa, pois, evidenciar que se está perante uma transposição do conceito de *NZEB* da escala do edifício às escalas do bairro, da cidade e das áreas rurais envolventes (Figura 57). Um entendimento importante esse, que inspirou a hipótese de balanço energético à escala do município, a comprovar nesta investigação.

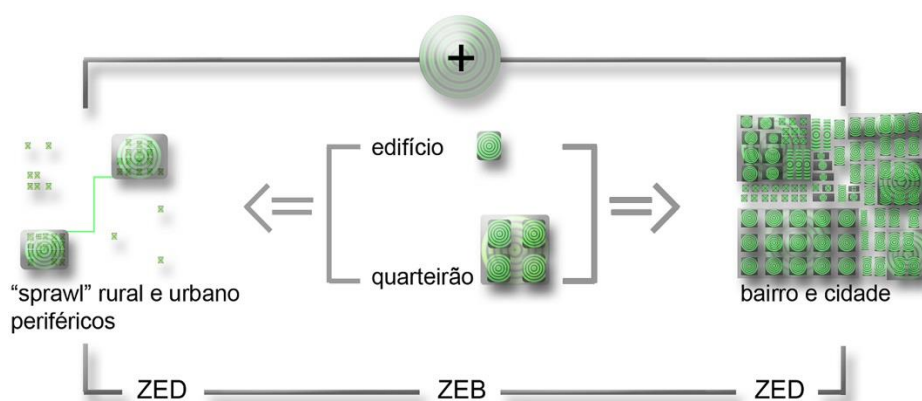


Figura 57: Transposição do conceito de NZEB da escala do edifício à cidade
Fonte: Amado, Poggi e Amado, (2014)

Da revisão da literatura acima apresentada, é possível entender que a eficiência energética e a sua respectiva operacionalização à escala do planeamento, integram determinantes fundamentais, a saber:

1. Analisar a situação de referência, sendo o clima, a cidade construída e o seu funcionamento os dados de base para a equação que leva a redução dos consumos;
2. Gerar no meio urbano, formas de intervenção planeada através do zonamento e do desenho urbano;
3. Articular as componentes da forma do espaço urbano com as variáveis bioclimáticas do local;
4. Criar as condições para a arquitectura explicitar o seu contributo na concepção de edifícios com necessidades quase nulas de energia, capazes de produzir energia solar no local e que proporcionem conforto para os seus ocupantes;
5. Contemplar acções de sensibilização para educar as pessoas a praticarem um consumo mais sustentável da energia.

Neste sentido, a Figura 58 apresenta uma síntese dos determinantes da

eficiência energética em ambiente urbano, sistematizando as diferentes áreas de intervenção envolvidas e destacando o zonamento e o desenho urbano como ferramentas privilegiadas do planeamento, para alcançar condições favoráveis para o aproveitamento da energia solar e o conforto interior nos edifícios.

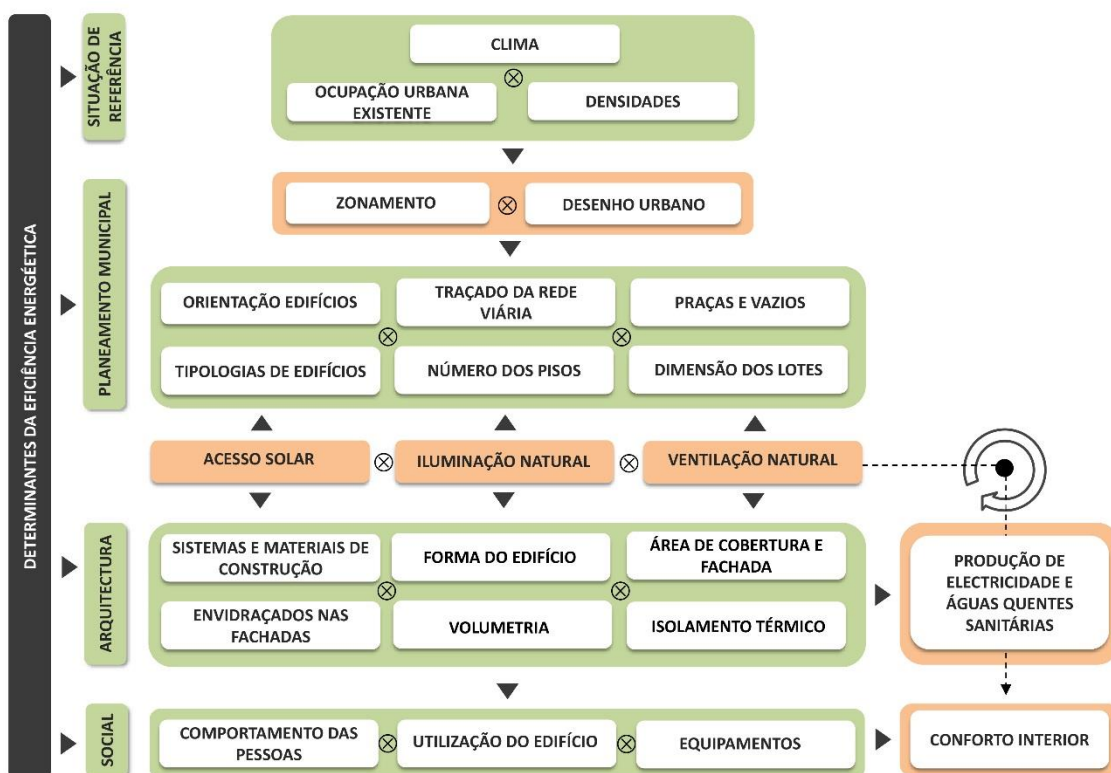


Figura 58: Determinantes da eficiência energética em ambiente urbano

3.3.2 Para um espaço rural energeticamente eficiente

É através da promoção de uma racionalidade na procura de energia no território municipal como um todo, que será possível alcançar e demonstrar uma solução com balanço energético nulo, englobando o espaço urbano e o espaço rural. A oportunidade de desenvolver um processo de ordenamento do território municipal com base numa estratégia de eficiência energética, possibilita que o modelo de planeamento inclua em si mesmo objectivos de equilíbrio entre capacidade de produção e limiar de consumos.

No quadro do espaço rural e do seu modelo de transformação e de ocupação com actividades humanas e nas suas conexões entre os restantes espaços do território municipal, importa que se identifiquem os principais domínios de intervenção a ter em consideração no desenho futuro do modelo de um território energeticamente eficiente. Os determinantes da eficiência energética identificados na subsecção anterior,

possibilitaram entender que domínios de intervenção são indutores da redução dos consumos nas áreas urbanas. Neste sentido, a importância de se reinterpretar as formas de reforço da eficiência energética, que decorrem das abordagens na cidade, faz com que se identifiquem as seguintes áreas de intervenção a aplicar ao espaço rural.

➤ FORMAS E TIPOLOGIAS DE AGLOMERADOS

A identificação da forma e tipologia dos aglomerados e a relação com o modelo do território prende-se directamente com dois determinantes fundamentais da eficiência energética: as densidades e os usos. São estes os parâmetros urbanísticos que possibilitam uma melhor rentabilização do modelo de ocupação do território, de modo a que o município desenvolva as suas actividades num espaço definido mais contido. Por outro lado, as áreas rurais são caracterizadas por duas categorias funcionais a saber: os aglomerados rurais que são compostos por núcleos edificados com funções residenciais e de apoio a actividades localizadas em solo rural e as áreas de edificação dispersa (DGOTDU, 2011). Ambas as situações são caracterizadas pelo fenómeno da dispersão⁶¹ que, por sua vez, constitui uma das principais causas dos padrões de consumo de energia e da proliferação das infra-estruturas energéticas nas áreas rurais (Carvalho, 2003).

É, pois, de referir que o estilo de vida próprio no espaço rural, baseado no modelo da vivenda isolada e do uso predominante do automóvel, determina uma forte relação de causa-efeito entre consumos de energia e factores de dispersão (Shammin *et al.*, 2010). Equacionar este entendimento durante a elaboração de orientações para o planeamento constitui uma oportunidade para combinar a coerência espacial com o reforço da eficiência energética, sendo de incluir⁶² a promoção da centralidade urbana e outros factores de aglomeração; o controle dos factores de difusão, como por exemplo os impactes das grandes redes viárias arteriais; a articulação em rede das infra-estruturas de apoio à actividade económica, parques industriais e logísticos e com as redes rodó e ferroviária; as políticas urbanísticas: qualificação de grandes manchas de povoamento difuso e o reordenamento das grandes ocupações lineares. O potencial para o reforço da eficiência energética decorrente destas orientações leva a um esforço

⁶¹ De referir que a dispersão dos aglomerados nas áreas rurais apresenta problemáticas, em termos de energia que são directamente equiparáveis ao fenómeno do “Urban-Sprawl” (Shammin *et al.*, 2010).

⁶² Como exemplo, citam-se um conjunto de orientações elaboradas pela DGOTDU, (2011) que demonstram o potencial de adequação á temática.

de análise geo-energética da relação urbano e rural, nomeadamente através da construção de modelos empíricos que combinem de forma exclusiva as lógicas de polarização/compactação com os domínios de intervenção do planeamento.

➤ ELEMENTOS MORFOLÓGICOS DOS AGLOMERADOS

Entender quais os parâmetros que determinam as diferentes morfologias dos aglomerados e a consequência sobre qual o papel das relações que decorrem do aproveitamento bioclimático do lugar, é fundamental para garantir a obtenção natural das condições de conforto do espaço público e do interior dos edifícios. É neste domínio que se coloca a questão do desenho urbano, a qual reflecte a forma como o planeamento dos aglomerados se relaciona com as dinâmicas de desenvolvimento de um município e com o problema da métrica, que optimiza a relação entre a eficiência energética e o ambiente construído. Nos trabalhos dos vários autores citados nas subsecções anteriores, é possível identificar um conjunto complexo de elementos morfológicos fundamentais em que o desenho urbano se apoia (Tabela 23).

Tabela 23: Elementos morfológicos fundamentais para o desenho urbano

Traçado das ruas	Quarteirão
Lotes	Praças
Vazios urbanos	Edifícios
Logradouros	Fachadas

Em linha com esta temática, faz sentido perguntar, que potencialidades traz a aplicação do desenho urbano, baseado em elementos morfológicos e princípios de bioclimática, em relação ao reforço da eficiência energética nos aglomerados rurais?

A resposta encontra-se, em parte, no trabalho de Peeters e Etzion (2012) que transpõem a análise dos elementos morfológicos do contexto urbano para o rural. No entender destes autores, as formas vernaculares que estão associadas às partes mais antigas dos aglomerados, constituem uma referência incontornável para aproveitar os recursos naturais que as próprias condições climáticas de cada lugar. Por outro lado, este princípio impõe reflectir sobre as alterações significativas que os aglomerados nas áreas rurais têm vindo a sofrer ao longo dos séculos e nas épocas mais recentes. É o fenómeno da descaracterização dos núcleos históricos, resultado das intervenções nas malhas dos antigos povoamentos de origem islâmica, romana, medieval (Baganha, 2016) a pôr em causa os bons exemplos do passado. É o fenómeno da procura do

“campo pelos urbanos” (Carvalho, 2003:120) que ocorre, por vezes, em urbanizações de vivendas, contíguas a alguns aglomerados urbanos ou espalhadas pelo território, estabelecendo uma mistura urbano-rural sem características identitárias do lugar em que se insere. É o fenómeno da periurbanização que decorre da expansão dos aglomerados bem para além dos seus limites históricos, de forma pouco densa e com predomínio da habitação unifamiliar, configurando tecidos heterogéneos e desconexos (Carvalho, 2003). Perante este panorama, o estudo dos elementos morfológicos e a sua relação com os princípios bioclimáticos constituem o denominador comum para orientar as intervenções de expansão, compactação, reconversão ou reabilitação dos aglomerados rurais e reforçar um campo de investigação ainda pouco explorado, mas com grande relevância para o desenvolvimento do espaço rural energeticamente eficiente.

➤ TIPOLOGIAS DE EDIFÍCIOS

A relação entre morfologia urbana e energia é um domínio relacionado directamente com a dimensão bidimensional dos aglomerados. A sua transposição para a escala tridimensional remete para as formas e volumetrias que moldam os ambientes construídos. Neste contexto, a identificação das tipologias de edifícios possibilita classificar os aglomerados em termos volumétricos e dirigir a intervenção do planeamento para as escalas mais inclusivas do bairro e do quarteirão (Rode *et al.*, 2014). O espaço rural apresenta tipologias de edifícios nas suas versões autenticamente vernaculares e mais modernas. Em relação à arquitectura vernacular, Moutinho citado por Baganha (2016) identifica 10 tipologias de casa popular em Portugal (Tabela 24).

Tabela 24: 10 tipologias de casa popular em Portugal

Tipo I – Casa Minhota (Norte)	Tipo II – Casa Serrana (Norte)
Tipo III – Casa de Madeira (Centro-Litoral)	Tipo IV – Casa Alpendra (Centro-Litoral)
Tipo V – Casa Saloia (Centro-Litoral)	Tipo VI – Casa Ribatejana (Centro-Litoral)
Tipo VII – Casa de Monte (Alentejo)	Tipo VIII – Casa do Povoado (Alentejo)
Tipo IX – Casa de Pescador (Algarve)	Tipo X – Casa Rural (Algarve)

Cada uma destas tipologias apresenta singularidades e características distintas que decorrem do clima, da Natureza, dos materiais locais, da morfologia do terreno, da dimensão da propriedade e dos tipos de actividade predominantes – agrícolas, comércio etc. (Baganha, 2016). Classificar os edifícios da arquitectura vernacular, significa então

identificar e entender os traços comuns que dependem da sua própria localização geográfica, afigurando-se por vez difícil estabelecer uma classificação tipológica rigorosa. Neste sentido, o que importa salientar para o enquadramento desta investigação é a sistematização proposta por Baganha (2016) que identifica as seguintes tipologias gerais:

- casa de ascendência rural directa – edifício de um piso;
- casa com influência rural atenuada pela introdução de alguns elementos urbanos – edifício com dois pisos;
- casa de características predominantemente urbanas – edifício sempre com mais de um piso, embora de dimensões relativamente reduzidas;
- casa de transição para os edifícios arquitectonicamente mais ricos – edifício geralmente com dois ou três pisos.

Na verdade, o potencial em termos de eficiência energética, que este “gradiente de casas rurais” apresenta, é enorme, reflectindo, por um lado, formas compactas e com dimensões reduzidas e, por outro, princípios de bioclimática e sustentabilidade próprios da arquitectura vernacular (Poggi *et al.*, 2015). Embora os edifícios vernaculares constituam um padrão de referência do espaço rural, as recentes dinâmicas de “rurbanização” têm vindo a influenciar o surgimento de tipologias de edifícios com arquitectura duvidosa⁶³ (Firmino, 1989). Assim, generalizando para o caso dos aglomerados e a edificação dispersa, podem-se considerar as seguintes tipologias:

- Os edifícios de habitação individual, em bloco ou agregados - que foram integrados nos vazios ou nas operações de reabilitação dos núcleos históricos rurais;
- As moradias unifamiliares, isoladas ou geminadas - que são uma característica das áreas envolventes aos aglomerados;
- Os blocos de habitação isolados e/ou agregados - que compõem os pequenos núcleos rurais cuja génese tinha ocorrido em épocas mais recentes;
- As formações *pavilhonares* muito utilizadas no caso das indústrias ou actividades económicas do sistema agro-florestal.

⁶³ Nomeadamente, devido à introdução, por parte dos emigrantes, de materiais e tipologias que se inspiram nos modelos que conhecem dos países onde se encontram a trabalhar.

Esta sistematização por tipologias gerais, condiz com as preocupações supra-mencionadas na descrição dos fenómenos de expansão urbana no espaço rural, sendo assim fundamental adoptar uma racionalidade de intervenção especializada para o caso da reabilitação, conservação e renovação dos edifícios da arquitectura vernacular e restantes tipologias de edifícios.

➤ MATERIAIS E SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Em linha com quanto anteriormente foi referido em relação à arquitectura vernacular, é possível afirmar que cada espaço rural é um lugar e, como tal, caracterizado por materiais e sistemas construtivos específicos do local, decorrentes ainda do contexto climático e cultural onde se inserem. O desenvolvimento de uma análise de natureza geográfica sobre a arquitectura vernacular e moderna em termos da sua adequação na perspectiva da eficiência energética, resulta num elemento importante para inter-relacionar com a performance em termos de consumo de energia. Este é um princípio importante, que deveremos ter em mente também quando se intervém à escala dos edifícios, no âmbito agora mais da arquitectura do que do planeamento.

Apesar deste enquadramento disciplinar, é na obra do geógrafo Orlando Ribeiro (2013) que se encontra uma sistematização única da variedade de materiais e estratégias adoptadas para tornar a habitação mais confortável. Da análise desenvolvida por este autor, é possível identificar elementos que são importantes para a presente discussão sobre a eficiência energética, ao evidenciar que:

- no Norte, o principal material de construção é a pedra, nomeadamente granito e xisto;
- no Sul, domina o barro utilizado para criar a taipa e o adobe que são em geral associados à cal.

Os sistemas construtivos associados a materiais, resultam em edifícios cujas paredes espessas e janelas de dimensão reduzida permitem controlar a temperatura, duma forma natural, mantendo o calor no Inverno e proporcionando uma temperatura agradável de Verão (Firmino, 2004). Existem naturalmente inúmeras variantes e porme-

nores de estilo que definem os edifícios nas diferentes sub-regiões do País, mas a oposição esquemática entre os materiais e sistemas construtivos do Norte e do Sul, basta para revelar o profundo conteúdo humano e o contraste geográfico que caracterizam os traços climáticos e físicos do país.

Por outro lado, Oliveira e Galhano (2003) evidenciam que a partir dos anos 60, a elevação geral do nível de vida, a urbanização do campo e a difusão de novos produtos, de carácter industrial, contribuíram para o desaparecimento progressivo dos materiais e técnicas construtivas tradicionais. De acordo com estes autores, esta mutação dá-se em primeiro lugar quanto aos materiais tradicionais que são substituídos pelo tijolo, os blocos de concreto e o betão armado, que se usa em especial para placas ou vigas de pavimento e de cobertura, estrutura de paredes, enquadrando painéis de tijolo furado. Em termos de desempenho energético, os edifícios em pedra, taipa ou adobe ficam à margem do conforto interior, não pelas características térmicas destes materiais em si, mas por causa de soluções de caixilharias e vidros pouco eficientes, coberturas e pavimentos sem isolamento e falta de sistemas de aquecimento. Por outro lado, estas problemáticas podem ser resolvidas com plena razão funcional através de intervenções de reabilitação focadas na melhoria da eficiência energética, numa lógica de preservação da autenticidade histórica e material do edifício antigo (Alev *et al.*, 2014). Por seu turno, os edifícios mais recentes terão de ser reabilitados de acordo com as medidas de melhoria identificadas ao nível dos fogos objecto de certificação energética (Presidência do Conselho de Ministros, 2013).

➤ ENERGIA SOLAR NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Em paralelo com a redução dos padrões de consumo de energia às escalas do aglomerado e do edifício, é fundamental reunir as condições técnicas para incentivar a utilização de fontes de energia renovável nos edifícios. Esta condição prende-se directamente com a implementação da micro-geração na forma de painéis fotovoltaicos e colectores solares⁶⁴ que, por sua vez, deve ser equacionada e articulada com as orientações do planeamento municipal e integrada de forma coerente nos edifícios pela

⁶⁴ Faz-se aqui referência à argumentação de Eicker e Klein (2012), sobre o elevado potencial de integração dos painéis fotovoltaicos e dos colectores térmicos no ambiente urbano.

arquitectura. Vários autores têm demonstrado que o potencial de produção de energia solar nas coberturas e fachadas dos edifícios é enorme (Brito *et al.*, 2012; Byrne *et al.*, 2015; Gadsden *et al.*, 2003; Redweik, Catita e Brito, 2013). Neste sentido, Amado e Poggi (2012) sugerem que a fixação de índices de ocupação, densidades e usos seja articulada com o potencial de radiação solar e o próprio acesso e exposição solar das coberturas e fachadas dos edifícios. No entanto, é importante considerar os limites relacionados com a instalação de tecnologias solares nos edifícios históricos e a obrigação de não criar impactos na paisagem cultural e histórica da qual fazem parte (Moran e Natarajan, 2015).

➤ O USO DA ENERGIA NAS ACTIVIDADES DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA E ANIMAL

Olhar para o futuro do mundo rural à luz do reforço da eficiência energética significa também considerar a sua função principal – a produção de alimentos e a sua actividade económica dominante – a agricultura (Ferrão, 2000). De referir que a implementação das actividades agro-florestais consome energia que provém, na sua grande maioria, da combustão de derivados de petróleo, sendo, o sector da agricultura responsável por 78% da energia total consumida (Ministério da Agricultura e do Mar, 2014). Ora este dado transporta para o espaço rural um patamar de intervenção adicional face à eficiência energética, que importa ter em consideração quando o objectivo é alcançar o balanço nulo entre produção e consumo. A localização e dimensão das actividades agro-florestais devem, pois, ser vistas não apenas como áreas para a produção de alimentos e ou de biomassa, mas também como unidades espaciais com consumos de energia relacionados com a necessidade de irrigação, a utilização de fertilizantes e pesticidas e mecanização das culturas. Neste sentido, apresenta-se uma síntese dos principais sistemas de produção agrícola, evidenciando para cada um deles a sua relação com o consumo e utilização de energia.

- **Agricultura convencional/intensivo** – representa o sistema de produção com consumo de energia mais elevado. Este facto, deve-se à utilização das máquinas agrícolas, aos sistemas de irrigação e ao processo de produção dos fertilizantes, sementes e herbicidas (Pimentel *et al.*, 2005);
- **Agricultura extensiva** – o sistema extensivo baseia-se na utilização de grandes áreas de solo, com níveis muito baixos ou nulos de mecanização da produção. Este sistema

apresenta padrões de consumos de energia muito próximos dos da agricultura biológica (Haas, Wetterich e Köpke, 2001);

- **Agricultura biológica/orgânica** – a análise de ciclo de vida desenvolvida por Pelletier, Arsenault e Tyedmers (2008), demonstra que este sistema contribui significativamente para a redução de consumos de energia no sector. Este aspecto deve-se principalmente ao processo de produção de fertilizantes nitrogenados, utilizados na agricultura convencional, em comparação com a utilização de fertilizantes naturais à base de estrume que caracteriza a agricultura biológica;
- **Permacultura** – Este modelo constitui uma abordagem mais holística à agricultura biológica prevendo a produção de alimentos em articulação com um tipo de vivência que responde às necessidades físicas, biológicas e sociais de forma equilibrada e sustentável (Firmino, 1999). A promoção deste tipo de sistema, interliga-se com o comportamento das pessoas, sendo a redução dos consumos de energia um dos aspectos incluídos neste tipo de mudança de mentalidade, sendo um tipo de agricultura permanente em equilíbrio com a natureza. Neste sentido, Hawken (2014) salienta que a permacultura não se resume apenas à aplicação das técnicas da agricultura biológica ou às formas de produção sustentáveis. Segundo este autor, está-se perante um movimento que visa conceber, criar, administrar e aprimorar acções, implementadas por pessoas e comunidades, em busca de um futuro sustentável, com base o modelo criado por David Holmgren, (2002). Como tal, a permacultura envolve um tipo de estilo de vida, de produção de alimentos, de construções eficientes, de desenvolvimento de eco-vilas, numa palavra: uma cultura baseada na hipótese de progressiva redução do consumo de energia e recursos;
- **Sistemas agro-silvo-pastoris** – estes sistemas são caracterizados, em geral, por uma ocupação florestal de baixo grau de coberto, com actividade pecuária e/ou agrícola associadas (Barrico, Rodríguez-Echeverría e Freitas, 2010). Não existe literatura que analise o desempenho em termos energéticos deste tipo de produção. No entanto, pode-se deduzir que os consumos de energia terão de ser atribuídos às actividades de limpeza e fertilização, especialmente no âmbito de montados de sobreiro e azinheira (Barrico, Rodríguez-Echeverría e Freitas, 2010);
- **Sistemas de produção animal** – os consumos de energia associados à produção animal constituem um tema de grande relevância. De acordo com Kraatz (2012), as

actividades relacionadas com a produção de pastagens e forragens são as que determinam o maior consumo de energia, sendo também as que apresentam mais interesse pela sua ligação directa com o sector da agricultura e o uso e ocupação do solo.

3.3.3 A eficiência energética no âmbito do planeamento municipal

Uma reconfiguração dos municípios que pretenda ver reconhecidas as áreas rurais como dimensão fundamental para um modelo de desenvolvimento energético do território, passa por entender o estado actual do processo de integração da eficiência energética no quadro do planeamento à escala local. Como tal, desenvolve-se nesta subsecção uma revisão de artigos científicos internacionais seleccionados com base no critério de serem publicações recentes⁶⁵ e indexadas nas plataformas Scopus e ISI Web of Knowledge⁶⁶. Em termos práticos, a selecção de publicações foi suportada pela pesquisa das seguintes palavras chaves: “transição energética local”; “planeamento municipal energético”; “eficiência energética no planeamento local”; “avaliação da eficiência energética à escala municipal”, e “territórios energeticamente eficientes”. Em face da natureza complexa e interligada das temáticas, os artigos seleccionados foram divididos em três categorias:

1. **Artigos baseados em revisão da literatura**, que analisam o estado da arte sobre a eficiência energética no âmbito do planeamento municipal e evidenciam as actuais falhas de conhecimento sobre a temática (Tabela 25);
2. **Artigos baseados em investigações empíricas**, que descrevem os processos e respectivos resultados de metodologias e abordagens já implementadas por entidades de planeamento locais (Tabela 26);
3. **Artigos baseados em investigações aplicadas**, que apresentam novas teorias, abordagens e ferramentas para inovar os actuais processos de planeamento energético municipal (Tabela 27).

⁶⁵ De forma a considerar os avanços científicos e aspectos legais mais recentes, relacionados com a eficiência energética, foram seleccionadas apenas publicações entre 2003 e 2017.

⁶⁶ Este critério garante que a informação analisada respeita os indicadores de qualidade científica e apresenta os resultados mais recentes em matéria de eficiência energética e planeamento municipal.

As três matrizes de síntese, que se apresentam a seguir, sistematizam a revisão da literatura de forma a evidenciar as relações entre eficiência energética e planeamento municipal numa lógica de análise *Top-Down*: cidades, cidades e territórios, municípios e comunidades.

Tabela 25: Matriz de síntese dos artigos de revisão seleccionados

Escala	Nível	Principais temáticas e questões transversais	Falhas/limites	Intuições/Resultados	Ref.
Cidade	Planeamento urbano e conservação da energia	Repensar as cidades sustentáveis: Governança multinível e políticas urbanas contra as alterações climáticas.	Existem poucas políticas, iniciativas e medidas relacionadas com a conservação da energia na maioria dos documentos de planeamento estratégico.	As considerações sobre a energia deveriam ser tidas em conta para orientar as políticas e o planeamento.	(Bulkeley e Betsill, 2005)
Cidade	Planeamento energético local	Novos requisitos e objectivos de planeamento urbano para enfrentar as questões da energia.	As <i>guidelines</i> da EU não descrevem de forma explícita como a energia deve ser integrada no processo de planeamento urbano.	A questão da energia pode representar uma oportunidade para elaborar ferramentas eficazes que apoiem o processo de planeamento.	(Cajot et al., 2017)
Cidade e territórios	Planeamento energético integrado	Revisão de processos de planeamento, métodos e ferramentas que se encontram actualmente já implementados.	Os métodos e as ferramentas não se encontram ainda articulados para apoiar os processos e objectivos do planeamento energético integrado.	O processo de planeamento pode ser dividido em quatro fases, caracterizadas por um conjunto de subactividades e etapas interligadas entre si.	(Atom Mirakyan e Roland De Guio, 2013)
Município	Planeamento energético municipal	Avaliação dos planos energéticos municipais.	Verifica-se uma ausência difusa de estruturas institucionais, focadas na redução dos consumos de energia, e evidencia-se que este aspecto não está a ser integrado nas práticas de planeamento local.	É necessário reestruturar o actual sistema de planeamento energético de forma tomar o planeamento municipal mais efectivo.	(Sperling, Hvelplund e Mathiesen, 2011)
Município	Planeamento energético municipal	Avaliação dos planos energéticos municipais.	O planeamento energético não é considerado como uma prioridade do planeamento municipal.	A eficiência do sistema energético municipal deveria ser tida em conta nos novos planos.	(Nilsson e Mårtensson, 2003)
Município	Planeamento local	Revisão de planos de desenvolvimento local.	Falta de apoio político e de técnicos com competências. Enquadramento do problema que não está a ser "resolvido" a nível local.	A nova geração de planos deverá assumir uma perspectiva mais ampla, mais espacial e mais integrada.	(Wilson, 2006)
Município	Planeamento urbano	Envolvimento municipal nos mercados de serviços energéticos e de equipamentos de eficiência energética.	Definição vaga dos objectivos definidos pelos governos locais.	As autoridades municipais podem implementar a eficiência energética reforçando os regulamentos da urbanização e edificação.	(Rezessy et al., 2006)

Tabela 26: Matriz de síntese dos artigos baseados em investigações empíricas

Escala	Nível	Metodologia/Abordagens	Falhas/Limites	Resultados	Ref.
Município	Planeamento energético municipal	Metodologia de três etapas para desenvolver o plano municipal da energia.	O processo de planeamento municipal é muito pouco abrangente.	Uma abordagem <i>Bottom-Up</i> para avaliar o consumo de energia à escala municipal é a primeira etapa que deve ser implementada no início de processo de planeamento energético.	(Brandoni e Polonara, 2012)
Município	Processo de planeamento energético	Indicadores para a avaliação da sustentabilidade da energia e para o processo de planeamento energético municipal.	As práticas que actualmente utilizam indicadores não se enquadram numa abordagem holística. Falta uma avaliação dos impactos globais da utilização da energia à escala local.	Os indicadores podem ser uma importante ferramenta para o planeamento.	(Neves e Leal, 2010)
Cidades, e médios/pequenos municípios	Planeamento energético municipal	Processo de planeamento local, objectivos, medidas e planos para a avaliação e monitorização.	Ausência de políticas; Necessidade de informação e dados de base para apoiar a tomada de decisão.	A estrutura do processo de planeamento estratégico não é uniforme entre os diferentes municípios	(Fenton <i>et al.</i> , 2015)

Tabela 27: Matriz de síntese dos artigos baseados em investigações aplicadas

Escala	Nível	Teoria/Abordagem	Ações/Ferramentas	Resultados	Ref.
Cidades e territórios	Planeamento energético integrado	Elaboração de um processo de planeamento energético de quatro etapas, baseado na revisão da literatura.	Formulação de orientações; Análises detalhadas; Concepção do modelo; Definição das prioridades; Tomada de decisão; Implementação e monitorização.	Os objectivos e actividade de planeamento são apresentadas e organizadas de forma holística e sistematizada.	(Atom Mirakyan e Roland De Guio, 2013)
Município	Políticas energéticas municipais	Constituição de políticas energéticas e processo de integração no âmbito do sistema municipal.	Revisão das actuais políticas energéticas; Análise detalhada do sistema energético municipal; Abordagem à sustentabilidade energética municipal.	Os municípios podem ser considerados como “micro aceleradores” do processo de desenvolvimento futuro do sistema energético, à escala local.	(Kostevšek <i>et al.</i> , 2016)
Comunidade	Planeamento territorial estratégico	Caracterização do sistema energético, quadro de políticas, utilização da energia, infra-estruturas, mercado e desenvolvimento sustentável das comunidades	Planeamento energético local; Análise SWOT; Análise económica, social e tecnológica.	As questões da energia devem ser avaliadas através de uma perspectiva multidisciplinar, à escala nacional e local.	(Cosmi <i>et al.</i> , 2015)
Cidade Município	Relocalização energética; Plano de acção para a redução dos consumos	O processo de transição, baseado no movimento de relocalização energética, formaliza uma resposta sociogeográfica ao pico do petróleo.	Educação; Regulamentos para a construção sustentável; Ecoturismo; Resíduos Certificação energética.	As pequenas cidades representam a “escala especial natural” para a relocalização energética.	(Bailey, Hopkins e Wilson, 2010)

A informação sintetizada nas três tabelas, permite tornar evidente que a questão da eficiência energética abrange diferentes escalas e níveis de intervenção, confirmando tudo quanto já foi analisado e discutido nas subsecções anteriores. Fica ainda evidente que neste contexto, a administração local desempenha um papel duplo de *stakeholder* e decisor político, o que torna possível afirmar que os municípios podem constituir-se como “micro aceleradores” do processo de desenvolvimento futuro do sistema energético reequacionando a escala da produção e consumo. Os artigos de revisão, que focam a escala da cidade, confirmam que o reforço da eficiência energética pode ser mais eficaz se se considerar todo o território municipal. Esta reflexão consubstancia a necessidade de um “olhar além do urbano”, no seio de um planeamento municipal baseado numa racionalidade espacial sistémica, que faça articulação da eficiência energética entre áreas rurais, urbanas e infra-estruturas.

Ora, as barreiras e limites operacionais que actualmente existem no que se refere ao conceito de eficiência energética e à sua implementação prática, impõem que se questione qual o modelo necessário para este planeamento. As abordagens teóricas que visam o abrir de caminhos aos municípios energeticamente eficientes, estão ainda numa fase inicial. Entre os autores analisados, é de destacar a posição de Cosmi et al. (2015) que defende a necessidade da avaliação do desempenho energético à escala local, como etapa essencial para a implementação correcta de políticas energéticas e de medidas. De acordo com este autor, a promoção das energias renováveis e da eficiência energética depende da articulação de um conjunto de aspectos interligados entre si que, devem ser suportados por um processo de planeamento baseado em estratégias de base territorial muito “abrangentes”.

Esta é, precisamente, a preocupação que emerge do trabalho de Mirakyan and Guio (2013), que desenvolvem um processo de planeamento energético integrado dividido em quatro fases, estruturadas de acordo com o conjunto de objectivos e de actividades secundárias, todas interligadas entre si. Por outro lado, Hopkins (2008) afirma que mais importante do que um processo padronizado são as distinções analíticas: “how this is explored and developed in practice will be different in each settlement: rather than offering perspective solutions, the Transition Movement aims to act as catalyst for a community to explore and come up with its own answers” (Hopkins 2008:88). Neste sentido, o autor defende também uma “energy descent vision”

(Hopkins 2008:37) para promover mudanças sociais e políticas, baseadas no conceito de resiliência e nas práticas adoptadas pela permacultura. Esta perspectiva é aquela que conduz às iniciativas implementadas à escala da comunidade e às práticas de planeamento sustentável já hoje adoptadas pelo municípios de Kinsale (Irlanda) e Totnes (Inglaterra) (Bailey, Hopkins e Wilson, 2010). Os resultados destes projectos piloto tornaram-se numa importante referência para o entendimento de como o planeamento local pode articular a eficiência energética de um modo eficaz, envolvendo vários sectores que normalmente estão atribuídos aos municípios: educação, construção sustentável, ecoturismo, produção de alimentos, transportes, resíduos e certificação energética dos edifícios (FEC, 2005).

De uma forma geral, através dos aspectos analisados é possível reconhecer o papel que o planeamento local pode desempenhar para o reforço da eficiência energética de um município. O diagnóstico do desempenho energético dos espaços e áreas urbanas e rurais, coloca-se como uma etapa chave para o futuro desenvolvimento de estratégias de eficiência energética a incorporar na construção da visão de uma sustentabilidade municipal. Tais questões impõem ainda a elaboração de um conjunto de princípios, ferramentas de avaliação e medidas, em matéria de eficiência energética, que sejam as mais adequadas e eficazes face à abrangência geográfica e escala de intervenção do planeamento municipal. No âmbito da presente investigação, esta convergência é interpretada à luz dos IGT, que devem ser considerados como o veículo para alcançar os objectivos de reforço da eficiência energética à escala local. Entre estes, destaca-se o PDM, que sendo um documento de âmbito estratégico, se revela como um dos IGT mais eficaz para o desenho, controlo e respectiva execução do desenvolvimento municipal (Fidélis, 2001). Neste contexto, a fase de revisão dos PDM's surge como uma oportunidade e uma necessidade para incorporar metodologias e estruturar a implementação de acções promotoras do desenvolvimento sustentável, sendo que este momento é aquele que, por conduzir à integração do reforço da eficiência energética à escala do município, foi o seleccionado como veículo para o modelo teórico *SMART RURAL*.

3.4 Síntese de capítulo

Este capítulo pretendeu desenvolver uma revisão da literatura sobre o tema da energia e dos modelos para o reforço da eficiência do seu uso ao nível do município,

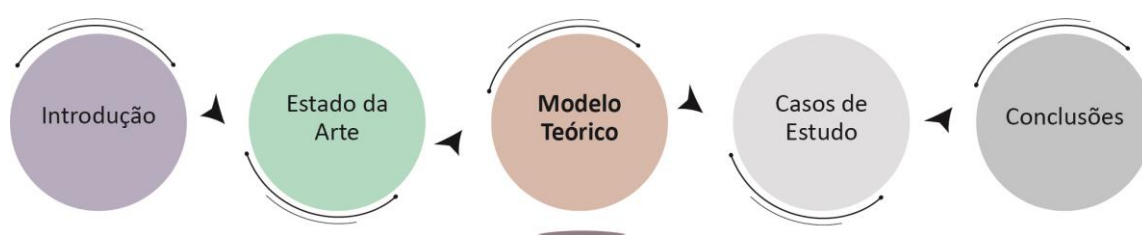
enquadrando a hipótese de base desta investigação: o recurso à energia renovável combinado com a promoção da eficiência energética estabelece-se como um aspecto chave para promover um modelo de desenvolvimento sustentável da sociedade. Neste sentido, ao descrever o papel que as energias renováveis desempenham no âmbito das áreas rurais e da sua forma de organização e estruturação no território permitiu confrontar os resultados no contexto do actual sistema energético. O processo para uma selecção ponderada das fontes de energia renováveis disponíveis possibilitou identificar a biomassa; mini-hídrica; geotérmica; eólica *onshore* e a solar, como as mais adequadas para uma implementação à escala do município. A revisão sistemática desenvolvida para cada um destes recursos, permitiu ainda a elaboração de um processo de ENQUADRAMENTO - ANÁLISE - SÍNTESE dos conteúdos abordados. Considera-se que os resultados práticos desta parte de investigação se reflectem nos seguintes pontos:

- Criação de conteúdos de referência sobre os âmbitos de aplicação geográfica e de planeamento, para cada fonte de energia renovável;
- Disponibilização de quadros de síntese sobre os factores determinantes e parâmetros funcionais para o planeamento, próprios de cada recurso, que representam uma contribuição fundamental para a operacionalização do processo de planeamento energético;
- Elaboração de análises de “*SWOT light*” dos principais aspectos ambientais, económicos e sociais associados a cada recurso, para a avaliação preliminar directa sobre as vantagens e desvantagens face ao objectivo global da sustentabilidade;
- Análise objectiva do estado actual das *Smart Grid's* em relação ao sistema das redes eléctricas tradicionais, apresentada num quadro de comparação dos principais domínios de intervenção em causa;
- Sistematização de um quadro teórico e prático sobre os aspectos que relacionam as energias renováveis e o seu planeamento com base na análise de casos de estudo apresentados em literatura da especialidade.

Por outro lado, o tema da eficiência energética foi abordado em torno de uma reflexão crítica sobre as questões do planeamento à escala dos aglomerados e dos edifícios. Foram assim identificados os determinantes da eficiência energética no ambiente urbano, que capacitarão o modelo *SMART RURAL* a poder intervir de modo

teórico-reflexivo e prático para reduzir a energia à escala do município. Neste sentido, foi ainda desenvolvida uma abordagem específica “para um rural energeticamente eficiente”, sistematizando um conjunto de domínios estruturantes que articulam o tema da eficiência energética com as diferentes escalas espaciais: as formas e tipologias de aglomerados, os seus elementos morfológicos, as tipologias de edifícios, materiais e sistemas construtivos, energia solar no ambiente construído o uso da energia nas actividades de produção agrícola e animal. Por fim, a análise da integração da eficiência energética no planeamento municipal tem evidenciado uma falta de métodos e ferramentas para a avaliação do desempenho energético à escala do município, de orientações específicas para a implementação de soluções de utilização mais eficiente da energia no espaço rural e o desconhecimento de esquemas de financiamento, sendo estes os principais limites a ultrapassar pelo decisor político e técnicos de planeamento. As constatações obtidas ao longo deste capítulo são assim demonstrativas de duas das hipóteses-chave que deram origem à esta investigação: 1. O espaço rural é de facto o espaço privilegiado para a implementação das energias renováveis; 2. O potencial de redução das necessidades de energia nas áreas rurais tem uma dimensão tal, que pode preconizar um “rural energeticamente eficiente”. Posto isto, consideram-se reunidas as condições para que se proceda ao desenho e concepção do modelo teórico *SMART RURAL*, cuja natureza não é apenas ao nível da hipótese, mas sim, capaz de ordenar, otimizar e gerir de modo pragmático o desenvolvimento energético sustentável de um município, em prol do objectivo final de um balanço energético nulo entre espaço rural e urbano.

PARTE III



CAPÍTULO IV | MODELO *SMART RURAL*

Long-range integrated energy planning in cities and territories is usually model-based and is implemented to support local or regional sustainable development.

Mirakyan e Guio, 2014

4.1 Introdução

Estudar o actual modelo de desenvolvimento energético, questionando os campos de conhecimento relacionados com as energias renováveis e a eficiência energética, representa uma oportunidade para suportar o processo de transição e adaptação que se requer para garantir a qualidade de vida da população em articulação com a visão holística de sustentabilidade. Considera-se, pois, que a introdução de novas abordagens e modelos constitui uma etapa fundamental de cada investigação.

Neste sentido, este Capítulo representa o “momento da criatividade científica sustentada” da presente investigação, onde, a construção do modelo teórico *SMART RURAL* surge com o intuito de sistematizar os objectivos da questão da investigação à luz da hermenêutica crítica delineada ao longo do estado da arte. É importante referir que o objectivo desta parte da investigação não é construir conteúdos totalmente comparáveis com uma teoria, mas sim, bases científicas que possam orientar o processo de planeamento para alcançar o balanço energético nulo de um município. Deste modo, após a investigação e reflexão crítica sobre a noção de espaço rural e a sua correlação

directa com as energias renováveis e a eficiência energética, procede-se à apresentação da composição formal do modelo teórico de suporte. É neste âmbito, que se procura estruturar de seguida o quadro de referência geral do Desenvolvimento Energético Sustentável, onde se enquadram as quatro componentes fundamentais do *SMART RURAL*: MODELO – VISÃO – PROCESSO – IMPLEMENTAÇÃO. Estes quatro aspectos integram-se de forma sequencial e de acordo com um percurso lógico-regressivo, que transpõe os conteúdos metodológicos e operacionais, obtidos da aplicação a casos de estudo, para a formalização da hipótese em modelo.

4.2 Desenvolvimento Energético Sustentável do Município

O Desenvolvimento Energético Sustentável do Município (DESM) emerge como um conceito fundamental para compreender a necessidade de serem adoptadas novas estratégias, tanto a nível global como local, relacionadas com a produção de energia renovável e o reforço da eficiência energética face aos padrões de consumo existentes. De facto, está-se perante um novo paradigma que pretende dar respostas às problemáticas e impactos negativos, na saúde e no ambiente, resultantes do actual modelo energético baseado nos combustíveis fósseis. A ligação deste conceito com os princípios da sustentabilidade é profunda e indispensável. Este entendimento decorre da noção de desenvolvimento sustentável que Bartelmus (1994:73) refere como: “o conjunto de programas que vão ao encontro dos objectivos de satisfação das **necessidades humanas** sem violar a capacidade de **regeneração** dos **recursos naturais** a longo prazo, nem os padrões de **qualidade ambiental** e de **equidade social**”. Uma leitura sistémica desta definição revela o carácter transversal da energia, essencialmente porque constitui um factor que influencia, directamente e indirectamente, os principais determinantes do presente e futuro da sociedade. Neste sentido, ao isolar as palavras-chave da definição de Bartelmus: NECESSIDADES HUMANAS, REGENERAÇÃO, RECURSOS NATURAIS, QUALIDADE AMBIENTAL E EQUIDADE SOCIAL, é possível construir o seguinte esquema que articula os conceitos de referência do desenvolvimento sustentável com a energia (Figura 59).

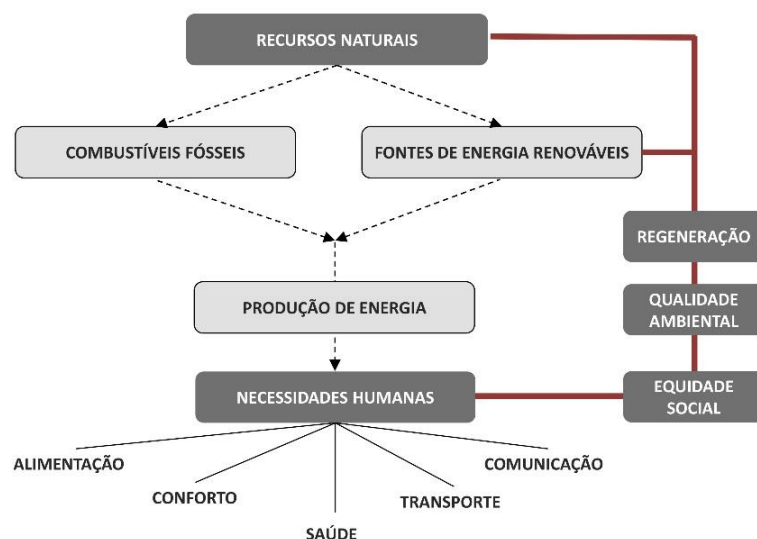


Figura 59: Esquema relacional: desenvolvimento sustentável e energia

A quantidade de combustíveis fósseis na Terra é finita e a quebra da coerência do actual modelo de produção de energia face às necessidades humanas dificulta a preservação de recursos não renováveis com vista à resolução dos problemas do presente e do futuro abastecimento das sociedades (Laughlin, 2012). Por outro lado, as reflexões feitas no Capítulo I sobre a evolução da sociedade e do espaço ao longo do tempo, revelam aqui um nexo fundamental: a Revolução Industrial veio mudar as necessidades humanas e as suas formas de vivência, favorecendo o progresso tecnológico e respectivo crescimento o consumo de energia, cuja satisfação através dos combustíveis fósseis se mostra hoje insustentável. É, pois, importante ter em consideração as palavras de Reddy *et al.*, (2000:41): “After all, what human beings want is not oil or coal, or even gasoline or electricity per se, but the services that those energy sources provide. Thus, it is important to focus on the demand side of the energy system, the end uses of energy, and the services that energy provides”.

O caminho que passa pelas fontes de energia renováveis é antes de tudo uma questão social – responder à satisfação das necessidades da sociedade, uma resposta que deve ser conjugada com a componente ambiental para garantir a regeneração dos recursos e preservar a qualidade ambiental. Por outro lado, o uso inteligente e eficiente da energia, pela sua capacidade de induzir um menor consumo de combustíveis fósseis, representa um indispensável desafio a enfrentar em conjugação com a promoção da energia limpa. Realce-se que este cenário pode suceder apenas se se concretizarem determinadas intervenções a médio ou longo prazo, quer no campo político e legislativo,

quer no campo económico e empresarial. Posto isto, o Desenvolvimento Energético Sustentável pode ser representado como um inter-relacionamento entre cinco componentes diferentes: SOCIEDADE, GOVERNANÇA, AMBIENTE, CULTURA E ECONOMIA, determinando uma hierarquia ponderada de domínios de intervenção (Figura 60).

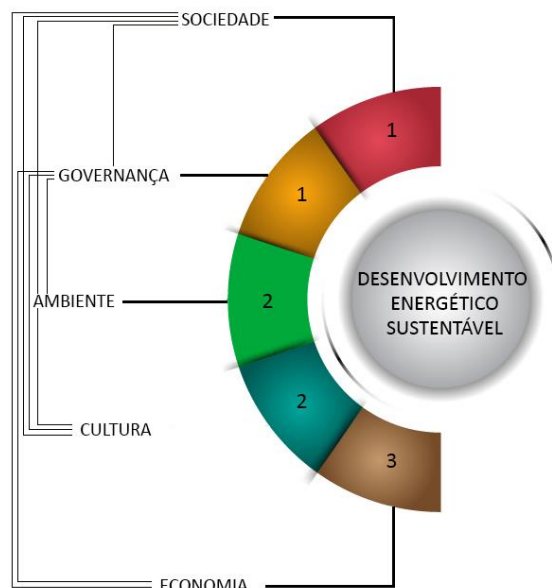


Figura 60: Diagrama do Desenvolvimento Energético Sustentável

Inspirado pelo trabalho de Afgan *et al.* (1998), o DESM é assim uma visão antes de tudo antropocêntrica do nexo desenvolvimento-energia, sendo as componentes social e da governança, os principais meios para atingir os objectivos pretendidos. São estas duas componentes que se interligam directamente entre si e com a necessidade de preservar o ambiente, reforçar a dimensão cultural nas suas vertentes da educação e da produção de conhecimento científico e, por fim, considerar a componente económica, relacionada com os investimentos necessários à implementação de projectos no território (Figura 61).

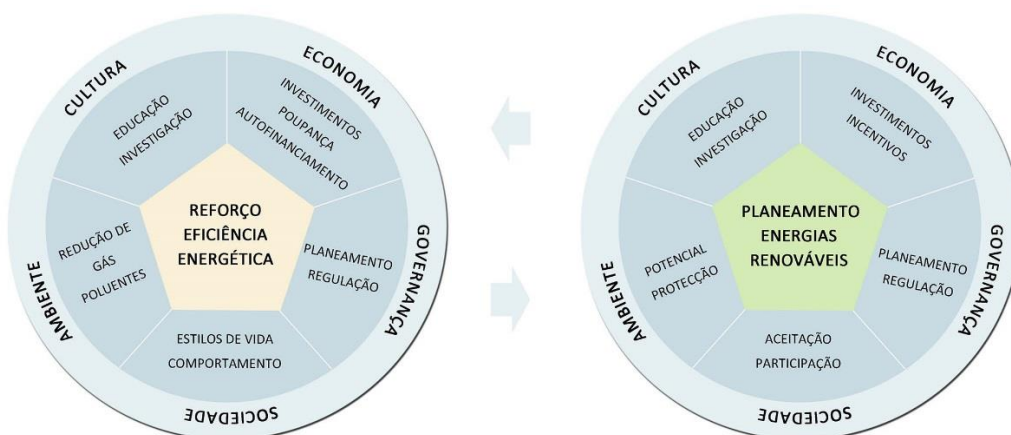


Figura 61: Inter-relações entre domínios de intervenção e respectivas componentes do DESM

É neste contexto que surge a visão das áreas rurais dos municípios como espaços de potencialidades energéticas concretizáveis, mas também património biofísico e cultural a salvaguardar, ordenar e gerir de modo pleno e sustentável.

4.3 Componentes do SMART RURAL

A “ideia” de *SMART RURAL* surge de uma intuição empírica, relacionada com a experiência de investigação da autora sobre as problemáticas urbanas da energia (Amado e Poggi, 2012) e a necessidade de soluções energeticamente mais eficientes (Amado, Poggi e Amado, 2016). “O olhar além do urbano” que encontra no rural o potencial para complementar a produção de energia renovável nas cidades, limitada pelas restrições espaciais e os condicionantes físicos à energia solar. Um rural que por natureza é já inteligente há muito tempo: na forma como as pessoas da aldeia utilizavam tipos de agricultura mais naturais e em total harmonia com as estações, sem necessidade de grandes quantidades de energia (Firmino, 1989); na criação de aglomerados e povoamentos rurais em coerência com as características geográficas do local e, como tal, mais adequados ao clima e respeitosos dos recursos locais (Ribeiro, 2013); na construção de edifícios bioclimáticos, com base nos princípios da arquitectura vernacular que constituem ainda hoje um exemplo valioso de como o bom desempenho energético não é só um requisito tecnológico e economicamente pouco viável (Poggi *et al.*, 2015). Neste enquadramento, a passagem da ideia a modelo, é desenvolvida a partir do cruzamento das duas grandes temáticas abordadas na presente investigação:

- O “Espaço Rural”, inserido numa perspectiva energeticamente sistémica do território, de onde recolhe a sua função física na produção de energia renovável e a sua identidade específica nos padrões de consumo substancialmente reduzidos, em comparação com as áreas urbanas;
- A “Energia para o Futuro” como tricotomia entre produção de energia renovável, *Smart Grid’s* e eficiência energética, que constituem os aspectos chave a integrar num processo de planeamento capaz de suportar a implementação de municípios de balanço energético nulo.

4.3.1 VISÃO e METAS: para uma especialização inteligente das áreas rurais

Como ponto de partida para cada modelo de desenvolvimento que se pretende implementar, deve sempre haver uma visão de futuro, integrada e holística de diversas componentes, uma vez que aquela exprime o resultado da interacção espacial e temporal da sociedade num determinado contexto, em toda a sua diversidade e criatividade. Neste sentido, o principal objectivo do modelo *SMART RURAL* é cumprir a missão e desafio unificador do Desenvolvimento Energético Sustentável do Município: planear o território como um todo energeticamente equilibrado, em consonância com a promoção da sua sustentabilidade e de acordo com a situação de referência definida pelos demais instrumentos de planeamento e gestão territorial em vigor. Esta posição é, pois, a que permite a adequação da ocupação do solo aos condicionalismos legais, ecológicos, paisagísticos e infra-estruturais, num cenário de integração equitativa das componentes: económica, social e ambiental. Uma visão esta que é acompanhada pela definição das seguintes metas:

META 1 – Mais Energia Renovável | Áreas rurais produtoras/exportadoras de energia verde;

META 2 – Meno Consumo | Aglomerados e infra-estruturas mais ordenados, logo energeticamente mais eficientes;

META 3 – Municípios Inteligentes | Territórios motores de desenvolvimento energético sustentável.

A visão de áreas rurais produtoras/exportadoras de energia verde, coloca-se como um novo domínio de especialização inteligente, cuja natureza é estruturante, e, como tal, sujeita a lógicas espaciais específicas que remetem para uma nova abordagem do planeamento municipal. As áreas rurais inteligentes tornam-se assim os principais palcos para a estruturação do balanço energético *net-zero* à escala do município. Adoptando esta perspectiva, o reforço da eficiência energética no território torna-se uma componente chave para a consolidação do cenário *SMART RURAL*. Esta especialização inteligente do território, numa óptica de redução dos consumos de energia, implica uma intervenção local baseada na ocupação e uso do solo, infra-estruturas, aglomerados, edifícios. Neste sentido, o possível equilíbrio entre os consumos e a produção de energia nas diferentes tipologias de espaço, pode ser o

resultado de um “manipular” de modelos de concentração urbana, limitação ou orientação espacial de modos de expansão dos aglomerados, da partilha de infra-estruturas e de soluções de conexão com os modelos de organização e de uso dos espaços rurais.

À escala do edificado, a programação dos novos edifícios, que na sua solução de concepção incorporam soluções de produção de energia solar que lhes permita entregar os excessos para a rede de distribuição pública, possibilitará à entidade de monitorização desenvolver um modo de balanço energético à escala da unidade urbana e do município. Deste modo, se os valores de consumo forem positivos, pode concluir-se que a solução morfológica desenhada e a organização de usos e tipologia de edifícios recebem menos energia da rede do que aquela que conseguem produzir.

Por outro lado, se o valor de consumos obtidos no final for negativo, então a solução de organização e distribuição funcional das unidades de micro-geração integradas nos edifícios forneceram menos energia à rede da aquela que consumiram. Para tal, é essencial equacionar soluções de transferência da produção de energia em excesso, das áreas rurais para as áreas urbanas, procurando o equilíbrio de consumos num contexto mais alargado: o município.

Com base na definição destes domínios é possível afirmar que com este modelo de planeamento será possível alcançar um equilíbrio entre produção e consumo de energia entre os espaços urbanos e rurais, num determinado período de tempo. É, ainda, de referir, que as competências jurídico-administrativas do poder municipal estão fortemente concentradas na produção e gestão do espaço, pelo que é neste domínio que as câmaras municipais têm maior capacidade para definir e implementar uma estratégia autónoma assente no princípio de estruturação de balanço de energia *net-zero* entre áreas urbanas e rurais.

Neste sentido, o *SMART RURAL* tem como objectivo central apoiar a revisão do PDM, visando o reforço da eficiência energética e a implementação das energias renováveis, por forma a contribuir para alinhar o planeamento municipal com as estratégias de sustentabilidade energética definidas, tanto ao nível internacional e

comunitário⁶⁷, como nacional⁶⁸. Os objectivos do PDM passam por traduzir a visão e as metas preconizadas, bem como as aspirações do município, que deverão servir para a estruturação do modelo territorial, quer na sua vertente urbanística, dirigida à forma e características do espaço construído, quer na sua vertente de ordenamento do território, relacionada com as regras de ocupação e uso do solo. Estão assim reunidas as bases para repensar e valorizar o actual “Rural sem Lugar” através do modelo *SMART RURAL*, sublinhando a necessidade de uma especialização energeticamente inteligente dos territórios sob o lema:

“Think Smart - Plan Local - Act Rural”

4.3.2 MODELO TEÓRICO: entre episteme e criatividade

Na base de cada modelo existe em geral, uma ideia – o momento criativo antes da materialização metodológica e prática. Este facto verifica-se em várias disciplinas, seja a concepção de um edifício na Arquitectura, o desenvolvimento de um novo projecto de negócio na Economia, o futuro de um país na Política, e, também, a formulação de uma hipótese a demonstrar na Investigação Científica. Ora, o valor deste último tipo de modelo traduz-se na concretização teórica, o mais próximo da ideia de origem, e na sua fundamentação, que deve assentar num caminho exploratório rigoroso onde o pesquisar, articular, testar, sintetizar representam um processo de ponderação e demonstração científico do possível contributo, ou não. A análise desenvolvida do conceito de espaço rural, a abrangência espacial e física das fontes renováveis e o entendimento dos determinantes para o reforço da eficiência energética, permitem equacionar e definir linhas de orientação gerais, incorporando um conjunto de temáticas a serem contempladas, directa ou indirectamente, na concepção e implementação do modelo. É este o referencial teórico que leva ao enquadramento, de forma holística, das articulações e

⁶⁷ Trata-se do 3º grande objectivo consagrado no documento Europa 2020: “Reduzir as emissões de gases com efeitos de estufa em 20% relativamente aos níveis de 1990; aumentar para 20% a percentagem das energias renováveis no consumo energético final, e avançar no sentido de um aumento de 20% da nossa eficácia energética” (European Commission, 2010).

⁶⁸ De referir as metas e acções definidas pelo Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética para o período 2013 -2016 (Estratégia para a Eficiência Energética — PNAEE 2016) e pelo Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis (PNAER). De facto, o PNAEE e o PNAER são instrumentos de planeamento energético de referência, que estabelecem o modo de alcançar os compromissos internacionais assumidos por Portugal em matéria de eficiência energética e de utilização de energia proveniente de fontes renováveis.

interacções que sustentam e justificam a forma de operar do modelo *SMART RURAL* (Figura 62).

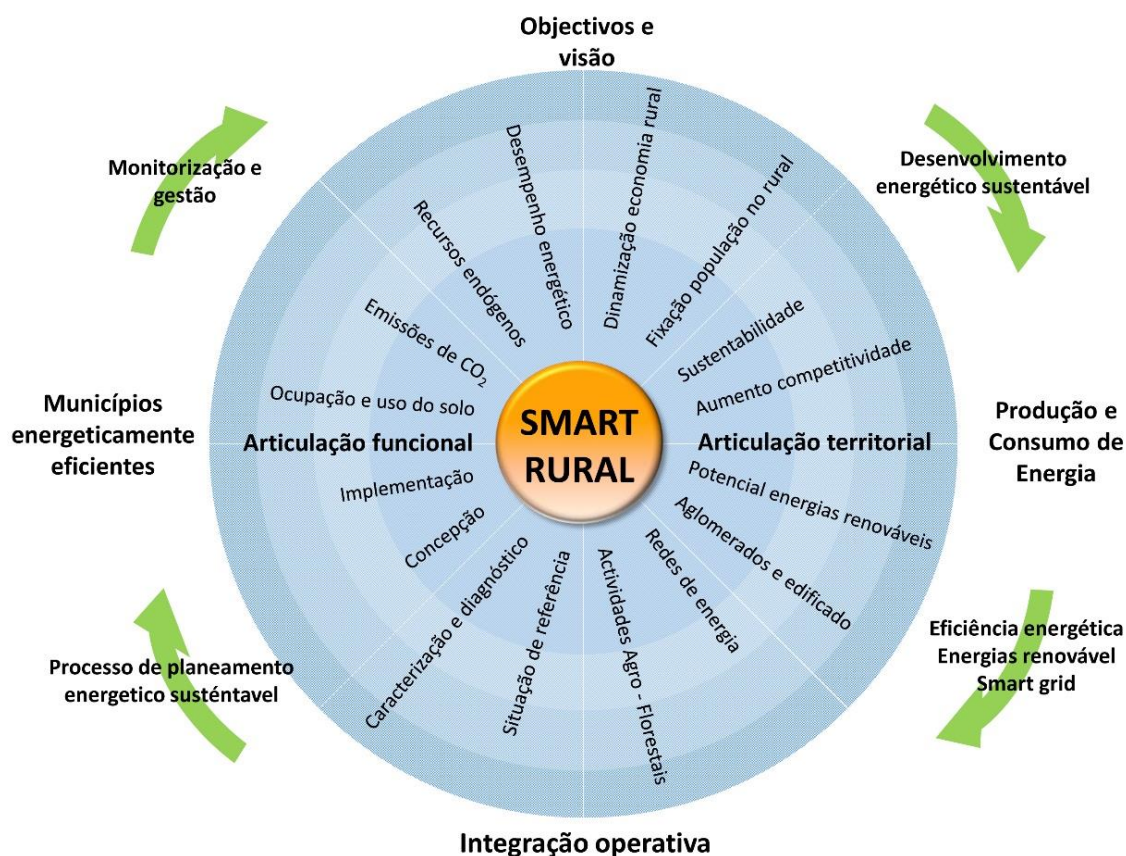


Figura 62: Modelo operacional

É, pois, de referir que os **objectivos e a visão** associados ao **desenvolvimento energético sustentável**, implicam uma leitura prospectiva das dinâmicas sociais, ambientais, políticas e económicas que caracterizam um município. A necessidade de uma **articulação territorial**, em relação à estruturação de um modelo de **produção e consumo de energia** de base local, estabelece-se como o caminho mais coerente para otimizar os **recursos endógenos**, reforçar a **eficiência energética** e implementar as **redes inteligentes** de suporte, sendo o ordenamento e o planeamento do território e das infra-estruturas, os principais vectores para a **integração operativa** do modelo na prática.

É, pois, este o nível que associa a articulação territorial com a articulação funcional própria de um **processo de planeamento energético sustentável**. Por fim, a **monitorização e gestão** tornam-se ferramentas indispensáveis para garantir que, as evoluções que se planeiam, promovam **municípios energeticamente eficientes** no médio e longo prazo, sem pôr nunca em causa a sustentabilidade dos seus territórios.

A componente operacional do modelo tem como suporte físico o território, sendo o município a área de intervenção específica, nas suas diversas escalas: a da cidade, do subúrbio e da periferia, a dos aglomerados e a do espaço rural. A procura de um equilíbrio energético suscita a necessidade de recorrer a uma abordagem sistémica, que permita ter em conta a complexidade de inter-relações e componentes que caracterizam os domínios de intervenção do espaço rural e da energia. Neste sentido, o município é entendido como um sistema que traduz a heterogeneidade espacial na dicotómica: espaço urbano e espaço rural.

É sobre estes dois subsistemas fundamentais que se articulam as componentes dos consumos de energia e o potencial de produção de energia renovável, no seio de uma combinação especializada – o equilíbrio. O objectivo é, pois, possibilitar a transferência de excessos pontuais de produção para as redes, evitando um cenário futuro de necessidades de sistemas de armazenamento. O desenho de uma solução de redes inteligentes municipais, a diferentes escalas e espaços, pode dar resposta às estratégias dos municípios e ao pressuposto de uma procura de um balanço energético equilibrado no somatório do município. O modelo assim idealizado assenta numa delimitação sistémica dos polos de consumo e produção de energia existentes e potenciais no território municipal (Figura 63).

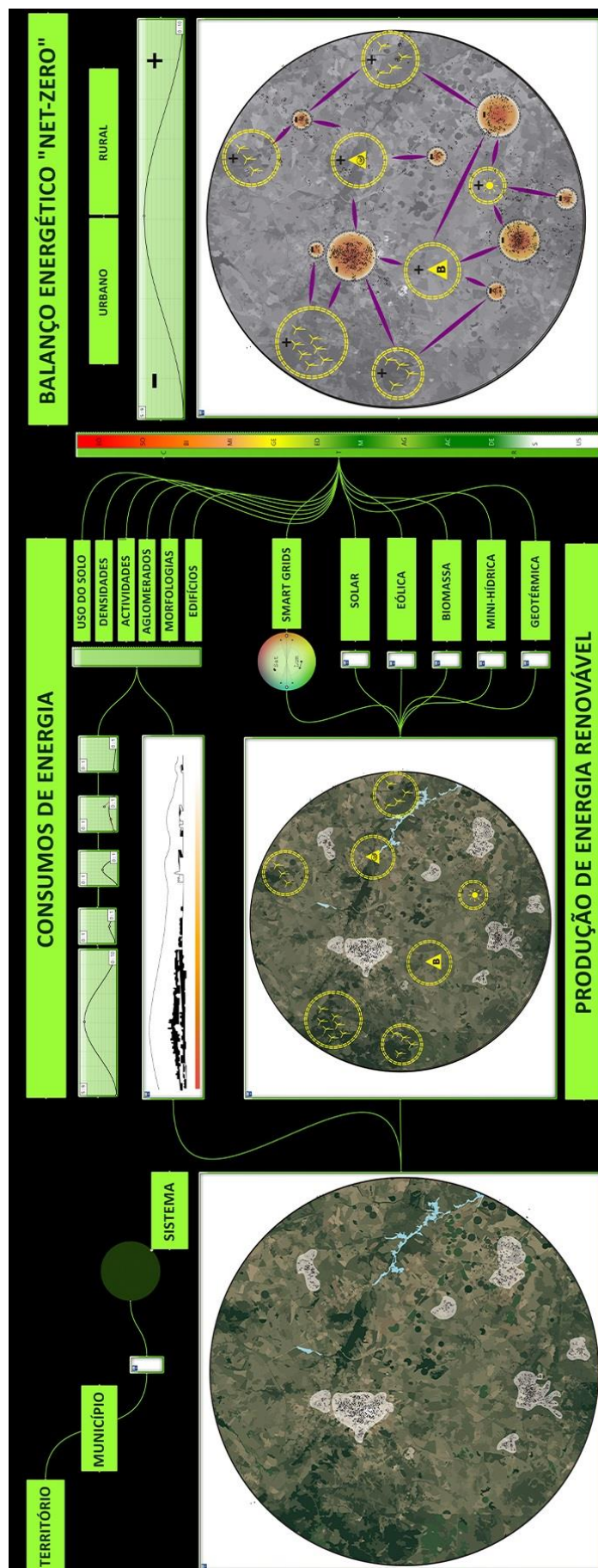


Figura 63: Modelo estruturante

A aplicação prática dos dois modelos acima apresentados, converge para vários domínios de intervenção que fornecem desafios específicos e complementares, de acordo com o seguinte quadro temático.

Tabela 28: Principais domínios de intervenção do modelo *SMART RURAL*

Domínio temático	Descrição	Vantagens competitivas	Nível de inovação
Modelo de desenvolvimento	Transpor as metas programáticas nos domínios do DESM para o planeamento municipal e das infra-estruturas energéticas;	Alinhamento ao nível das políticas de contexto;	Estratégias e objectivos de sustentabilidade energética municipal.
Uso do solo Infra-estruturas	Criar novas condições para uma gestão do uso do solo assente no princípio de coerência espacial entre sistema energético, opções de uso do solo e padrões de funcionamento do território;	Coesão e articulação territorial; Valorização das áreas rurais Incentivo aos sistemas de distribuição inteligente, Cooperação público privado;	Zonamento energético; Redes inteligentes de âmbito municipal
Energias renováveis	Implementar a produção de energia renovável no município, assegurando a sua sustentabilidade ambiental, seja a nível da protecção e valorização dos espaços rurais, naturais e das paisagens, seja quanto à sua compatibilidade com o modelo territorial proposto;	Reforço do desenvolvimento rural; Competitividade e atractividade de investimentos; Controlo do processo de implementação;	Capacitação dos técnicos municipais; Integração de linhas de actuação no PDM; Planeamento municipal das energias renováveis; Paisagens energéticas;
Eficiência energética	Reforçar a eficiência energética do município através do planeamento local;	Redução do consumo de energia nos edifícios, aglomerados e infra-estruturas de energia; Criação de sinergias para redução de custos e sua valorização;	Capacitação dos técnicos municipais; Integração de linhas de actuação no PDM; Reabilitação energética dos aglomerados; Design bioclimático e ecológico; Tecnologias inteligentes;
Envolvimento da sociedade civil	Repensar as comunidades locais de forma a serem energeticamente mais eficientes e sustentáveis;	Qualificação dos habitats dos diversos territórios rurais; Participação e inclusão social proactiva;	Educação e divulgação; Autoconsumo e pequena produção de energias renováveis; Modelos de investimento cooperativos;
Mecanismos de financiamento	Promover a implementação das energias renováveis & <i>Smart Grid's</i> e o reforço da eficiência energética através de mecanismos de autofinanciamento/co-financiamento público e privado.	Atractividade económica; Internacionalização.	Modelos de autofinanciamento/co-financiamento municipal; Modelos de investimento directo de terceiros.

Deste modo, o **modelo operacional – PROCESSO** e o **modelo estruturante – APLICAÇÃO ESPACIAL**, em conjunto com os principais **domínios de intervenção estratégica – ORIENTAÇÃO FUNCIONAL**, enquadram o modelo teórico *SMART RURAL* na sua vertente de motor de transição energética sustentável dos municípios.

4.3.3 PROCESSO: planeamento energético sustentável

O processo de planeamento preconizado no âmbito do modelo *SMART RURAL*, tem como objectivo principal apoiar a elaboração, alteração e revisão do PDM, sistematizando as fases e os procedimentos inerentes ao reforço da eficiência energética e implementação das energias renováveis no município.

Do ponto de vista teórico, importa, antes de mais, identificar as bases para articular os conceitos e princípios que o modelo *SMART RURAL* prevê para o território municipal e os princípios e objectivos definidos pelos instrumentos de gestão territorial (IGT) de âmbito local, em particular o PDM. Neste sentido, a Figura 64 apresenta o esquema de convergência⁶⁹, que relaciona as diversas etapas do processo de planeamento do PDM e do modelo *SMART RURAL*.

⁶⁹ A convergência entre PDM e *SMART RURAL* foi baseada numa síntese crítica das fases e procedimentos inerentes à revisão do plano, sistematizadas no documento: “Guia Orientador – Revisão do PDM” (Grego e Gabriel, 2016). Deste modo, pretendeu-se dar um passo em frente e integrar o processo de planeamento energético sustentável do *SMART RURAL*, no quadro específico de orientação adequado às actuais exigências desta nova geração de PDM’s.

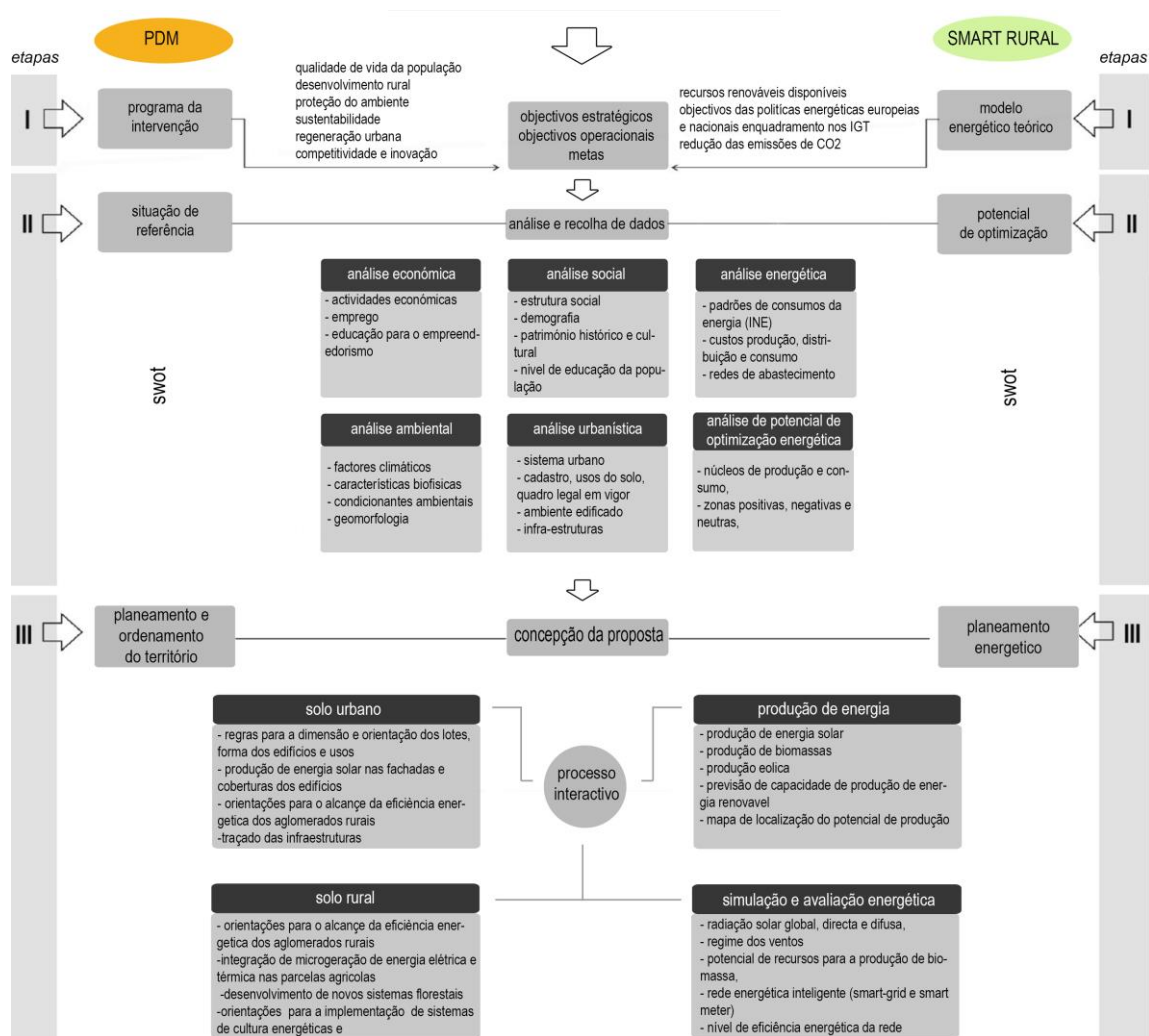


Figura 64: Esquema de convergência entre o processo de planeamento do PDM e do *SMART RURAL*

O planeamento energético sustentável proposto visa contribuir para complementar o processo de planeamento municipal, articulando as fases de programação estratégica, caracterização e diagnóstico com a proposta de plano. Neste sentido, a implementação das energias renováveis, prende-se com a aplicação do método do zonamento para a qualificação das diferentes categorias de uso do solo destinadas à ocupação por infra-estruturas de produção de energia através de fontes renováveis como parques eólicos, parques solares, centrais de biomassa e mini-hídricas.

O modelo de ocupação do território é, pois, um dos principais vectores de desenvolvimento de um município, podendo ser reinterpretado para garantir que o tipo de utilização, localização e intensidade de consumo de energia seja seleccionado por forma a ser equilibrado pelas fontes de energia renovável no rural. Sem prejuízo do recurso a outros métodos, considera-se que as análises *SWOT light* e de decisão multicritério, referidas no Capítulo III, constituem as ferramentas de diagnóstico

preferencial a adoptar nos estudos de avaliação tendentes à caracterização dos recursos e condicionamentos existentes e à definição do potencial de produção dos mesmos. É de salientar também que o processo de planeamento das energias renováveis, apoia-se em acções simultâneas ao nível do SIG, tais como preparação e elaboração dos mapas de análise geo-energética, que permitam o estudo analítico global da situação existente, definição da visão e do programa de implementação.

Por outro lado, o reforço da eficiência energética à escala do planeamento municipal relaciona-se directamente com a concepção de formas urbanas compactas e os usos mistos que possibilitam um melhor equilíbrio na procura de energia. Considerando as dificuldades relacionadas com a produção de energia solar integrada nos edifícios, o desenho urbano intervirá nos parâmetros da morfologia urbana, as tipologias e volumetrias do seu edificado e a organização funcional diversificada dos usos.

Estes pressupostos constituem-se como elemento de vitalidade e atractividade de um município, e ao mesmo tempo resultam na delimitação do polo de consumo de energia com melhor desempenho, colocando as áreas rurais, caracterizadas por baixas densidades e dispersão de actividades, numa posição privilegiada na procura e estabelecimento de um equilíbrio entre produção e consumo. Posto isto, enumeram-se em seguida o conjunto de etapas orientadoras, que se entendem relevantes para o planeamento energético sustentável a considerar na definição do modelo de organização do território municipal para se alcançar o balanço de energia zero entre áreas rurais e urbanas.

1) PROGRAMA DE INTERVENÇÃO

1.1. Definição da visão e objectivos – estabelecer os fundamentos do modelo de desenvolvimento energético sustentável desejado e definir os objectivos específicos, o quadro estratégico de caracterização e diagnóstico, o esboço do modelo municipal de balanço energético nulo e os actores públicos e privados a envolver.

2) SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA: CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO

1.2. Recolha e tratamento de dados – cartográfica, estatísticos, normativos bibliográficos;

- 1.3. Enquadramento dos IGT's vigentes à escala nacional, regional e municipal – análise dos IGT's que a todos os níveis condicionam e possibilitam as acções e estratégias a implementar no âmbito da eficiência energética e das energias renováveis e que vão ser necessárias para a realização das operações de planeamento com este fim;
- 1.4. Análise e diagnóstico dos factores económicos, sociais, biofísicos, morfológicos e ecológicos – tratamento dos dados que constituem o modelo territorial do município de acordo com o seguinte quadro de síntese (Tabela 29).

Tabela 29: Quadro de análise e diagnóstico

Clima		Morfologia/relevo	
Quadro geológico		Rede hidrográfica	
Sistema Ambiental, valores paisagísticos e outros elementos patrimoniais		Servidões e restrições de utilidade pública	
Padrões de uso do solo e sua dinâmica	Evolução e tendências demográficas	Actividades económicas	Rede de Infra-estruturas
Sistema urbano existente e preconizado, e respectivos elementos estruturantes		Sistema dos povoamentos rurais existentes e respectivos elementos estruturantes	
Equipamentos de utilização colectiva		Parque habitacional	

3) **CONCEPÇÃO**

- 1.5. Avaliação do potencial de reforço da eficiência energética à escala do município – os factores e elementos definidos na etapa anterior são inseridos em ambiente computacional⁷⁰ e parametrizados para a avaliação do desempenho energético às diferentes escalas: do modelo territorial e das infra-estruturas ao nível dos aglomerados e ambiente construído;
- 1.6. Proposta para o reforço da eficiência energética – identificação das áreas prioritárias de intervenção municipal, que traduzem as condições espaciais necessárias ao desenvolvimento do modelo *SMART RURAL* do ponto de vista da redução dos padrões de consumo de energia;
- 1.7. Avaliação do potencial de energia renovável nas áreas rurais – localização e

⁷⁰ Nesta investigação foram utilizadas as seguintes ferramentas informáticas: Esri ArcGIS + Rhinoceros® + Grasshopper™ + DIVA® + Autodesk Ecotect®. Esta selecção decorreu das necessidades de aplicação prática do modelo aos dois casos de estudo (Capítulo IV).

distribuição das centrais de produção de energia renovável existentes e avaliação do potencial de recursos ainda não implementados. Desenvolvimento da matriz de avaliação, com base no método de apoio à decisão multicritério, para a implementação das sucessivas decisões de planeamento estratégico a adoptar (Tabela 30).

Tabela 30: Quadro de avaliação do potencial de energia renovável (apoio à decisão multicritério)

Disponibilidade do recurso	Características técnicas da tecnologia a adoptar
Padrão de produção	Dimensão física do equipamento (área do lote e eventuais servidões e restrições de utilidade pública)
Grau de adaptabilidade às funções presentes na área envolvente	Viabilidade em termos logísticos, económicos e ambientais

- 1.8. Propostas para o zonamento das unidades de produção de energia renovável – definição do modelo de uso do solo com em base critérios de delimitação geográfica, que traduzem as condições espaciais necessárias ao desenvolvimento do modelo *SMART RURAL* no espaço rural, do ponto de vista do potencial de produção de energia;
- 1.9. Delimitação Geográfica de Unidades Territoriais de Produção e Consumo de Energia – criação do modelo energético territorial que interliga as unidades de produção e consumo de energia de forma a que o diferencial seja o mais próximo possível do zero. Definição da configuração de *smart grid* municipal para a gestão eficiente do desempenho energético entre as diferentes unidades.
- 1.10. Cenários evolutivos – verificação, comparação e avaliação de diferentes cenários com base na identificação de vantagens/possibilidades e problemáticas/impedimentos a concretização dos objectivos pretendidos.

Está-se assim perante um processo de planeamento energético de cariz municipal, que visa encontrar soluções para a melhor combinação entre oferta e procura de energia, ambientalmente adequadas, socialmente aceites e economicamente rentáveis e que promovam o desenvolvimento sustentável dos territórios a longo prazo.

Levando em consideração as três etapas apresentadas, é importante referir que o processo de planeamento na sua totalidade, prevê ainda as fases de implementação, gestão e monitorização (Figura 65).

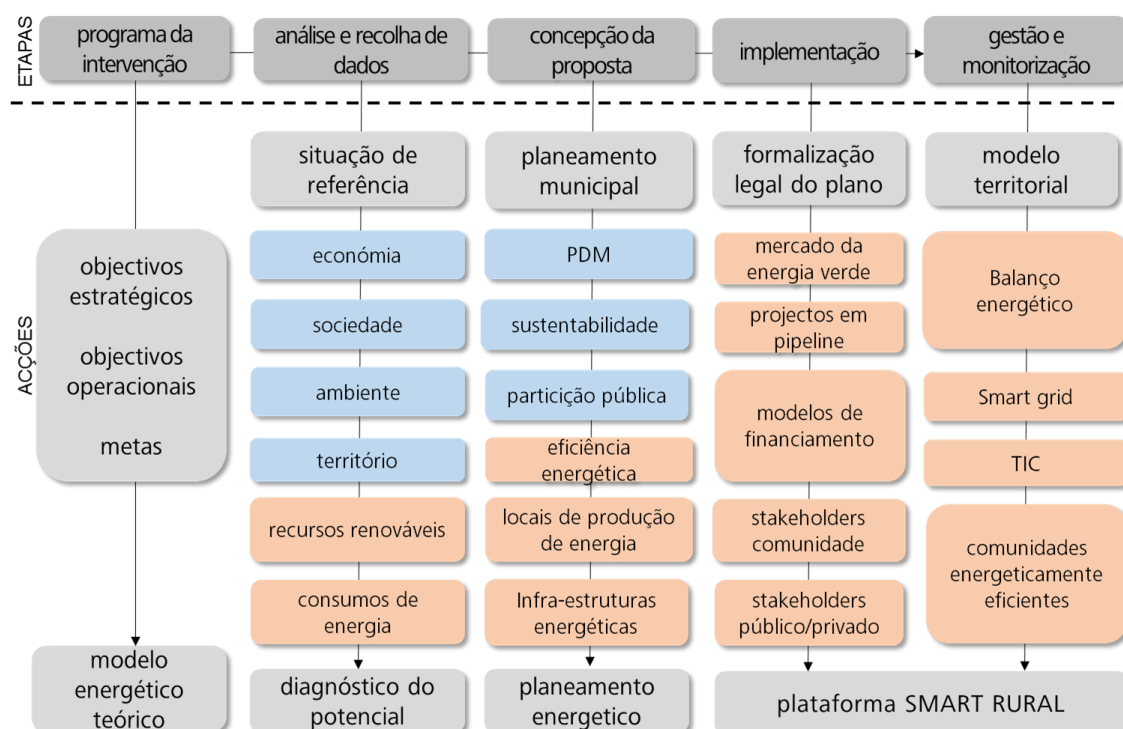


Figura 65: Processo de planeamento energético sustentável

Nesta investigação, a etapa da implementação é considerada como uma componente fulcral do modelo *SMART RURAL*, englobando nesta os instrumentos da sua operacionalização. Aquilo que se defende é uma reflexão crítica sobre o papel fundamental que a implementação desempenha no garante do cumprimento dos objectivos definidos no plano e atingíveis pelas propostas desenvolvidas na Etapa 3 – concepção. É, pois, neste sentido que se considerou necessário desenvolver instrumentos específicos, que garantam a operacionalidade correcta e eficiente da implementação das propostas e que se descrevem com maior detalhe na subsecção seguinte.

4.3.4 IMPLEMENTAÇÃO: abordagens temáticas

A concepção de um modelo de organização territorial eficiente, do ponto de vista energético, terá que ser desenvolvida pelo município e terá que pressupor um conjunto de instrumentos para o implementar e uma diversidade de meios para o executar. É neste contexto que a intervenção relacionada com as energias renováveis, a eficiência energética e as *SmartGrid's* têm hoje em dia que encontrar soluções especializadas, eficazes e economicamente viáveis.

O processo de planeamento proposto tem como pressuposto fundamental a actuação espacial através de um modelo rural inteligente capaz de desempenhar funções energéticas e tecnológicas únicas e no qual a actuação económica deve encontrar o seu enquadramento. No seguimento do que foi atrás dito, apresenta-se seguidamente um conjunto de instrumentos concebidos com o objectivo de mobilizar e articular os meios e iniciativas dos diversos actores, com vista à concretização da estratégia de desenvolvimento energético sustentável e do modelo *SMART RURAL*.

➤ **MODELOS ESPACIAIS INTELIGENTES DE PRODUÇÃO DE ENERGIA**

Uma vez que o futuro da sociedade conduz à necessidade de energia limpa, torna-se importante que a forma de implementar as tecnologias associadas possa ser optimizada em termos espaciais e funcionais. De facto, a produção de energia renovável em grande escala⁷¹ gera um tipo de ocupação que pode condicionar aqueles territórios, cuja sensibilidade exige uma atenção especial como é o caso das áreas agrícolas e florestais, das paisagens protegidas e das reservas naturais.

Por outro lado, as grandes coberturas dos edifícios existentes nos aglomerados ou dispersos no espaço rural podem ser consideradas uma área alternativa ou complementar à ocupação de solo para a produção de energia renovável. Admite-se, no entanto, que a implementação da energia solar no edificado tem de estar associada a algumas premissas, nomeadamente:

- A instalação de painéis fotovoltaicos nas zonas antigas dos aglomerados e nos edifícios de tradição vernacular tem de ser muito bem equacionada em termos estéticos e funcionais, sendo partes de uma paisagem cultural e património arquitectónico a preservar;
- A instalação de painéis fotovoltaicos nas coberturas dos edifícios industriais, prende-se com a questão da propriedade privada, sendo essencial elaborar mecanismos de investimento indirecto com base em modelos de arrendamento de espaço ou contractos de partilha de benefícios;

⁷¹ De salientar os impactos na ocupação de solos com aptidão agrícola relacionados com os parques fotovoltaicos e térmica de concentração, a competição das culturas energéticas com a produção de alimentos e os impactos dos parques eólicos na paisagem e nas aves.

- As coberturas dos edifícios públicos – escolas, centros de saúde, pavilhões desportivos, etc. devem de ser consideradas como áreas de utilidade pública para a produção de energia. Neste caso, têm de ser equacionados modelos de negócios⁷² que possibilitem o investimento de terceiros numa lógica de instalação a custo zero para as autarquias.

De acordo com o quadro atrás mencionado, ressalta que a implementação das energias renováveis nas áreas rurais necessita de ser associada a modelos espaciais que permitam o seu aproveitamento de forma sustentável e inteligente. Neste sentido, tipificam-se as seguintes propostas de intervenção que se referem à conjugação de diferentes tecnologias de produção e aproveitamento de recursos, destacando-se os respectivos benefícios ambientais, sociais e económicos (Tabela 31).

Tabela 31: Modelos espaciais inteligentes de produção de energia | *SMART ENERGY LANDS*

Modelo esquemático ⁷³	Descrição
	<p>O aproveitamento energético da biomassa, que resulta da limpeza e recolha de resíduos florestais, traduz-se, antes de tudo, numa solução eficaz e necessária para a manutenção, valorização e protecção das florestas. Esta proposta prende-se com a realização de centrais de biomassa com uma abrangência municipal ou intermunicipal vocacionadas para a criação de emprego no sector público, associado a serviços municipais para a prevenção dos incêndios florestais. Como no caso dos solos abandonados, a produção de electricidade e calor pode complementar o consumo de energia das actividades envolvidas.</p>

⁷² Ver o seguinte parágrafo sobre os mecanismos de autofinanciamento/co-financiamento e incentivos.

⁷³ Os códigos 1,2 e 3 e a cor mais ou menos intensa, estão associados ao papel que o privado, o público e a comunidade podem desempenhar na concretização de cada modelo espacial inteligente.

Modelo esquemático ⁷³	Descrição
	<p>A implementação de culturas energéticas em solos abandonados representa uma oportunidade para a reconversão e regeneração destas áreas. Salienta-se a possibilidade de associar a produção de electricidade às actividades agrícolas e aglomerados envolventes, bem como, aproveitar o calor residual para o aquecimento de estufas e viveiros. Esta utilização dos solos abandonados constitui um processo reversível e que possibilita a mitigação do risco de incêndio e a recuperação de ecossistemas. A criação de trabalho, em simultâneo com a oportunidade de investimentos públicos, privados e/ou da comunidade, representam factores de competitividade e atractividade para o município.</p>
	<p>A produção de bioenergia coloca a questão da implantação das respectivas centrais eléctricas. Trata-se de um tipo de equipamento cuja localização e dimensão representam aspectos fundamentais para garantir a logística associada com a recolha, entrega e armazenamento de matéria prima. De referir a necessidade de manter estas centrais afastadas dos aglomerados para evitar eventuais emissões de poluentes e mau cheiros. Neste sentido, as pedreiras e as minas desactivadas, sendo habitualmente afastadas de qualquer aglomerado urbano e rural, constituem localizações óptimas para este tipo de central. A própria configuração espacial apresenta áreas adequadas para o armazenamento de grandes quantidades de matéria prima. Acrescenta-se a possibilidade de associar à produção de bioenergia, a instalação de painéis fotovoltaicos nas áreas envolventes com encostas e declives que apresentem boa exposição solar.</p>

Modelo esquemático ⁷³	Descrição
	<p>A implementação de parques eólicos apresenta um tipo de ocupação do solo bastante reduzida e que não inviabiliza as actividades agrícolas existentes. Por outro lado, a incidência por vezes negativa nas paisagens e os incómodos relacionados com o ruído, constituem problemáticas específicas a enfrentar. A solução passa, em parte, por uma localização nas áreas mais remotas dos municípios. Por outro lado, quando esta opção não for viável torna-se necessário equacionar uma outra abordagem das paisagens energéticas e das quintas eólicas. A primeira solução passa por uma integração estruturada e participada dos aerogeradores, que possibilite a criação do valor de território produtor de energia limpa. A segunda solução prende-se com a oportunidade de implementar quintas eólicas directamente financiadas pelas comunidades envolventes. De salientar que ambas as soluções assentam na dimensão social, sendo este o aspecto chave para a implementação em larga escala deste recurso.</p>
	<p>A possibilidade de criar plataformas flutuantes com painéis fotovoltaicos a colocar nas barragens e albufeiras é uma solução recente e que actualmente se encontra aplicada em vários projectos piloto espalhados pelo mundo⁷⁴. As principais vantagens deste sistema são a não utilização do solo, aproveitando as superfícies de águas, a possibilidade de utilizar as mesmas infra-estruturas energéticas associadas à grande hídrica e a maior eficiência dos painéis fotovoltaicos relacionada com o arrefecimento natural do sistema em função da temperatura da água. Está-se perante um modelo que pode representar uma importante oportunidade de investimento e de rentabilização daquelas barragens dedicadas exclusivamente à irrigação, que passam assim a ter o valor acrescentado associado com a produção de energia.</p>

⁷⁴ Em Portugal, o primeiro projecto piloto de fotovoltaico flutuante está a ser implementado pela EDP Produção, na Barragem do Alto Rabagão, sendo o primeiro na Europa a combinar a produção de energia solar e hidroeléctrica numa mesma albufeira.

Modelo esquemático ⁷³	Descrição
	<p>As coberturas dos edifícios públicos representam uma oportunidade única para o aproveitamento da energia solar numa lógica socialmente útil. A possibilidade de criar modelos de autofinanciamento entre público e privado, é uma solução que permite investimentos capazes de gerar receitas para os municípios sem custos associados. A electricidade produzida nestes edifícios pode ser utilizada directamente para autoconsumo, carregamento no local de carros eléctricos ou distribuída, através de micro grids, às zonas envolventes: bairros e quarteirões.</p>
	<p>O aproveitamento das coberturas dos edifícios industriais diferencia-se do modelo acima descrito por ser de propriedade privada. Neste caso, o potencial de produção atinge níveis elevados em proporção com as grandes superfícies de cobertura que caracterizam estes edifícios. Os incentivos à instalação dos painéis fotovoltaicos, prendem-se com a geração de proveitos associados com o autoconsumo, o carregamento no local de carros eléctricos, a venda da electricidade à rede ou o próprio aluguer das coberturas a um eventual concessionário.</p>

➤ MECANISMOS DE AUTOFINANCIAMENTO/CO-FINANCIAMENTO E INCENTIVOS

A reflexão sobre os modelos espaciais inteligentes, coloca a questão de como criar mecanismos entre público e privado capazes de financiarem as soluções técnicas associadas com a implementação das energias renováveis num município. Apesar de não ser este um objectivo central da presente investigação, considera-se importante fornecer algumas orientações, para demonstrar que é possível garantir uma viabilidade e

sustentabilidade económica e financeira que permita a concretização do modelo *SMART RURAL*. Considerando o horizonte temporal em que a energia renovável terá uma aplicação difusa e em larga escala, destacam-se, a título exemplificativo, as seguintes:

- **COMUNIDADES RENOVÁVEIS** – trata-se de um modelo baseado em cooperativas criadas pelas comunidades locais, para promover projectos de aproveitamento dos recursos energéticos envolventes. O conceito de base é o de produtor/consumidor, numa óptica de auto-suficiência energética à escala local. Este modelo prevê investimentos dos membros da cooperativa para a criação das unidades de produção e as respectivas redes de distribuição. As vantagens desta “abordagem comunitária” traduzem-se, para os privados, na produção de energia limpa sem necessitar de instalar unidades de produção individuais, um menor custo inicial, sendo que é possível repartir as cotas de participação ao longo de um determinado período, e uma redução substancial das contas da electricidade que passam a ser pagas por prestações fixas;
- **SINERGIA 50 + 50** – este modelo pretende tornar os edifícios públicos com balanço energético zero, tendo suporte num mecanismo de autofinanciamento e de repartição dos proveitos. Neste sentido, o SINERGIA 50 + 50 suporta-se no envolvimento de empresas que operam no sector da energia solar e da eficiência energética. O mecanismo prevê que 50% dos ganhos, decorrentes da produção de electricidade fotovoltaica nas coberturas de cada edifício público seja para o concessionário privado que tenha sido responsável pela instalação e manutenção do sistema, e os restantes 50% são divididos entre a autarquia (25%) e a entidade pública com actividade no edifício (25%), representando uma verba a ser investida em soluções para o reforço da eficiência energética;
- **ENERGIA RENOVÁVEL MUNICIPAL** – a possibilidade de utilizar terrenos público, que apresentem condições favoráveis para o aproveitamento de recursos energéticos, constitui uma oportunidade para a construção de fontes de receita e investir na eficiência energética municipal. Este modelo prende-se com a atracção e fixação de investimentos privados para a implementação de projectos de unidades de produção de energia renovável e *Smart Grid's*, de forma a concretizar um conjunto municipal interligado. Neste sentido, as receitas resultantes da venda à rede da energia

produzida, ou da sua utilização nos próprios edifícios públicos, permitem às autarquias financiar e construir as próprias unidade de produção e ainda criar fundos de apoio para lançar linhas de acesso a projectos de reabilitação energética do edificado;

- **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA ACESSÍVEL** – o conforto e a qualidade do ambiente interior das habitações são um direito que deve ser acessível para todos. Por outro lado, os baixos rendimentos dos agregados familiares que vivem nas áreas rurais constituem um dos maiores obstáculos à melhoria da eficiência energética no sector residencial. É, pois, necessário que as autarquias elaborem um quadro de apoios, incentivos e soluções de financiamento, em conformidade com o rendimento dos agregados familiares, que permitam acções quais, como por exemplo, a instalação de janelas eficientes, reforço do isolamento térmico da envolvente, iluminação interior de elevada eficiência, instalação de *smart meter's* por forma a contabilizar e gerir os consumos de energia, instalação de painéis solares térmicos para águas quentes sanitárias, etc.

Os mecanismos de autofinanciamento/co-financiamento e incentivos apresentados, representam apenas uma parte do possível processo de concretização económica do modelo *SMART RURAL*. Analisando estas propostas consegue-se detectar a necessidade de estabelecer uma ligação entre os vários actores públicos e privados, incentivar as autarquias a criar oportunidades de investimento e capacitar a população/comunidades locais para optimizarem as suas necessidades e prioridades em termos energéticos.

➤ **PLATAFORMA DIGITAL DA ENERGIA VERDE**

Com base no que foi exposto até agora, a ideia de uma plataforma que, recorrendo a modernas ferramentas de SIG's e tecnologias digitais, permita agregar as formas de espacialização e funcionamento do modelo *SMART RURAL*, constitui uma mais valia no que concerne à boa gestão territorial e optimização energética à escala do município. O advento das TIC's deve, pois, ser entendido como uma oportunidade para acelerar os ritmos da transição energética sustentável da sociedade. Neste sentido, a estrutura conceitual para uma plataforma digital que aqui se propõe, enquadra-se numa lógica de Município em Rede, concentrando várias dimensões de actuação do *SMART RURAL*.

O desenho de redes de conexão entre os diferentes polos produtores e consumidores de energia no território municipal devem ter um suporte em SIG, dado estes serem ferramentas de recolha, armazenamento, análise, modelação, simulação, visualização e disponibilização de dados geográficos essenciais no suporte à decisão, constituindo-se como uma realidade fundamental no domínio da Administração Pública Local, contribuindo também, para a evolução da sociedade da informação. Importa, por isso, delinear alguns dos principais objectivos a alcançar pela plataforma digital: agregar um conjunto de dados e informação de base energético-espacial associados a monitorização do consumo, produção e balanço de energia no município; desempenhar funções que possam divulgar as oportunidades de investimento em projectos municipais de energia sustentável⁷⁵, criar as condições para a participação dos cidadãos na configuração de comunidades energeticamente auto-suficientes. Esta lógica proactiva, baseada no conhecimento, na disponibilização alargada e na actualização permanente da informação, enquadra-se num modelo que se ilustra a título exemplificativo na Figura 66.

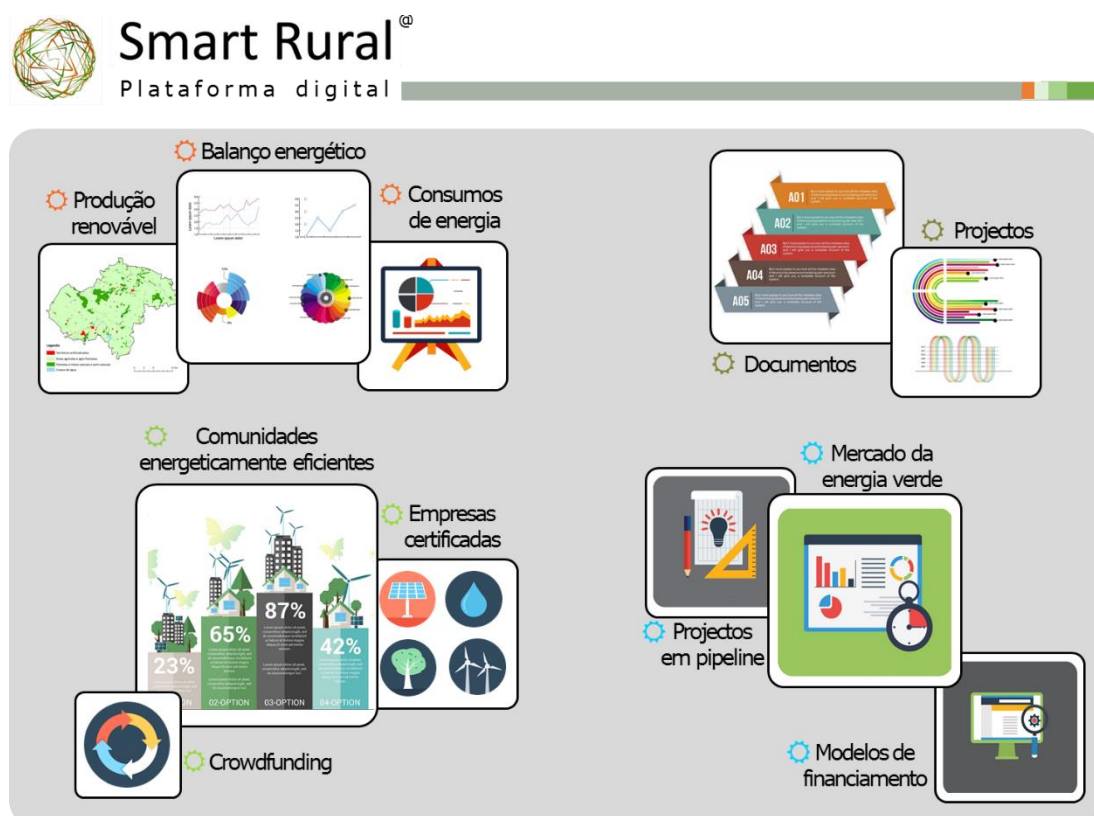


Figura 66: Modelo exemplificativo da plataforma digital SMART RURAL

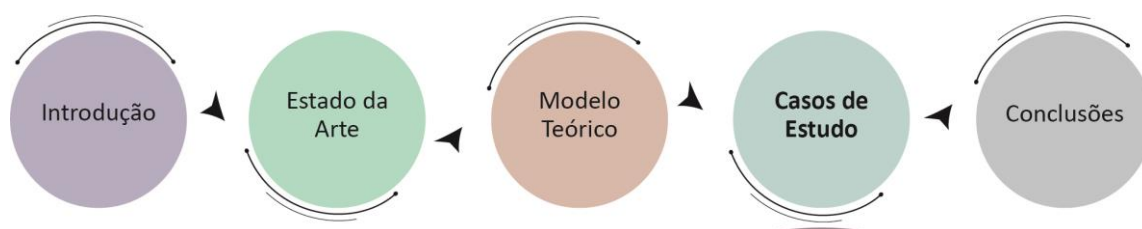
⁷⁵ De referir, a proposta de criar um Mercado Municipal de Energia Verde, associado a um mapeamento SIG e respectivo plano de acção, que identifiquem as prioridades de curto, médio e longo prazo dos projectos em *pipeline* e previstos.

4.4 Síntese de capítulo

O desenvolvimento dos municípios passa cada vez mais pela promoção das energias renováveis e da eficiência energética, isto é, uma intervenção direccionada para a optimização dos recursos endógenos e a reconfiguração dos ambientes construídos. É nesta abordagem que assenta o modelo *SMART RURAL*, elaborado em estreita articulação com os desafios actuais nos domínios do crescimento inteligente, sustentável e inclusivo. Ao longo deste capítulo foi delineado um percurso lógico-indutivo suportado por um exercício de síntese do estado da arte e de reinterpretação criativa dos métodos e abordagens existentes, com particular enfoque no espaço rural. Face à relevância do conceito de Desenvolvimento Energético Sustentável dos municípios, foi elaborado um modelo que, teoricamente, relaciona de forma integrada os diferentes domínios associados à implementação das energias renováveis e ao reforço da eficiência energética nos processos de revisão dos PDM's e respectiva tomada de decisão.

Embora o modelo apresentado assente em bases cientificamente fundamentadas, deve-se referir a existência de alguns limites e restrições que decorrem da natureza pioneira desta investigação, do enquadramento legal pouco flexível e do cepticismo geral que rodeia as temáticas tratadas. Neste sentido, o valor metodológico do modelo sugerido prende-se sobretudo com as suas potencialidades enquanto guia orientador de referência para a intervenção. O facto de ele requerer a utilização de informação energético-espacial de base e abordagens e ferramentas de geodesign ainda relativamente escassas no contexto nacional, torna a aplicação empírica a casos de estudo uma etapa indispensável para a sua avaliação. É, pois, através de uma abordagem do plano teórico à realidade de contextos, problemáticas e expectativas, associadas directamente com o planeamento e a gestão do território municipal, que foi possível ensaiar uma série de processos ao nível da caracterização e diagnóstico, síntese e concepção de estratégias e tornar o desafio de concepção e divulgação do *SMART RURAL* mais motivador da prática profissional.

PARTE IV



CAPÍTULO V | APLICAÇÃO A CASOS DE ESTUDO

O dar forma à Energia para o Futuro: a moderna síntese entre Geografia e planeamento.

Francesca Poggi, 2017

5.1 Introdução

O objectivo deste capítulo é descrever a aplicação do modelo teórico *SMART RURAL* e a forma como ele integra os domínios das energias renováveis, eficiência energética e *smart grids* nos processos de planeamento municipal. A abordagem desenvolvida assenta numa aplicação conceptual e operacional em torno do espaço rural como palco privilegiado para o desenvolvimento energético sustentável dos municípios. Esta perspectiva diversifica as relações tradicionais de complementaridade rural-urbano, ao mesmo tempo que o conceito de balanço energético à escala do município vai dando lugar a interdependências simbióticas que reflectem uma coerência funcional entre as características naturais e o tipo de actividades humanas desenvolvidas nas áreas rurais. Com um território predominantemente rural, uma ocupação urbana que varia das grandes áreas metropolitanas às pequenas aldeias e vilas e um potencial natural de recursos energéticos endógenos, Portugal pode ser entendido como um laboratório em grande escala para explorar o tema da energia sustentável e implementar projectos piloto que depois possam ser replicados no contexto global. Neste sentido, a decisão de utilizar dois casos de estudo, o Município de Loures e o Município de Arraiolos para aplicar o

modelo *SMART RURAL*, prende-se directamente com a escolha de uma amostra capaz de descrever um universo mais amplo e criar as bases para a replicabilidade do processo. A subjectividade inerente a qualquer processo de selecção, acrescido do facto de se tratar de domínios de investigação bastante inovadores, levou a que se considerasse da máxima importância a definição de critérios claros e, tanto quanto possível quantificáveis. Neste sentido, utilizaram-se a COS 2007 e a base de dados sobre os centros electroprodutores de base renovável existentes em Portugal, para seleccionar dois municípios que permitissem simular diferentes cenários de intervenção: uma abordagem de natureza exploratória: ANÁLISE – DIAGNÓSTICO – MODELO, no caso de Loures e uma abordagem mais proactiva: ANÁLISE – SÍNTESE – MODELO no caso de Arraiolos. Deste modo foi possível avaliar e comparar os respectivos resultados e limitações dos processos analíticos e operativos associados ao *SMART RURAL*, tanto no plano empírico como prático.

5.2 Loures *Net-Zero*: ANÁLISE - DIAGNÓSTICO - MODELO

O primeiro caso de estudo que se apresenta é o Município de Loures, caracterizado por um modelo de ocupação e distribuição de áreas urbanas e rurais bastante equilibrado e um PDM cujo processo de revisão foi recentemente aprovado (2015). Loures representa um caso extremamente relevante para se entender qual o actual estado e configuração do sistema energético num município onde existe um conjunto significativo de centrais de produção de energia renovável instaladas, quais os objectivos e estratégias que se podem alcançar no âmbito do desenvolvimento energético sustentável e, por fim, quais as premissas para evoluir, ou não, para um cenário futuro de balanço entre produção e consumo.

5.2.1 Enquadramento e objectivos

Nesta parte da investigação desenvolve-se uma análise empírica sobre um caso de estudo que permitiu quantificar e qualificar o existente, em termos de padrões de consumo, produção de energia e uso do solo e apresentar novas metas para o futuro, estruturando as bases para uma nova abordagem de planeamento energético municipal. O Município de Loures, integra a Área Metropolitana de Lisboa, estando incluído na sub-região da Grande Lisboa (NUTIII) (Figura 67).

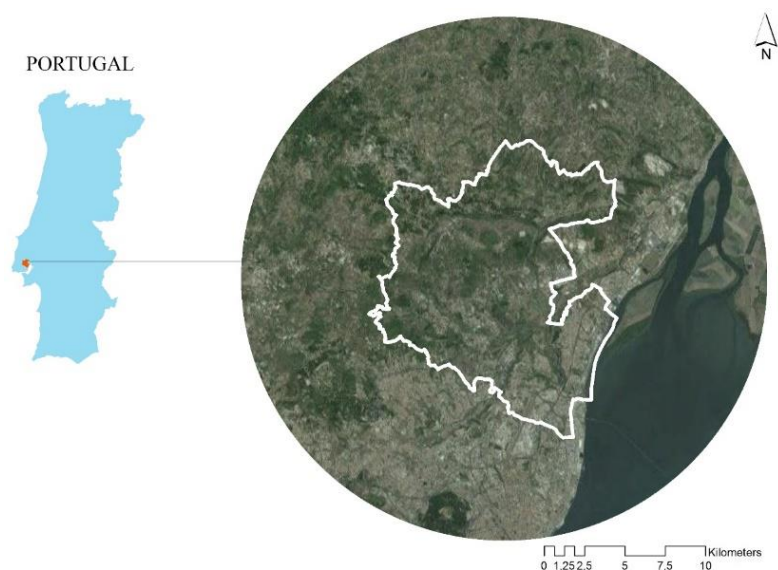


Figura 67: Localização do Município de Loures

Ocupando uma área de 1.672 Km² e possuindo uma população residente de 208.858 habitantes, Loures distingue-se pela heterogeneidade do seu território e actividades humanas aí desenvolvidas. Neste contexto, é de salientar que se está perante um concelho marcado por uma forte ruralidade, com uma superfície de áreas rurais que representa mais do 50% do território (Figura 68).

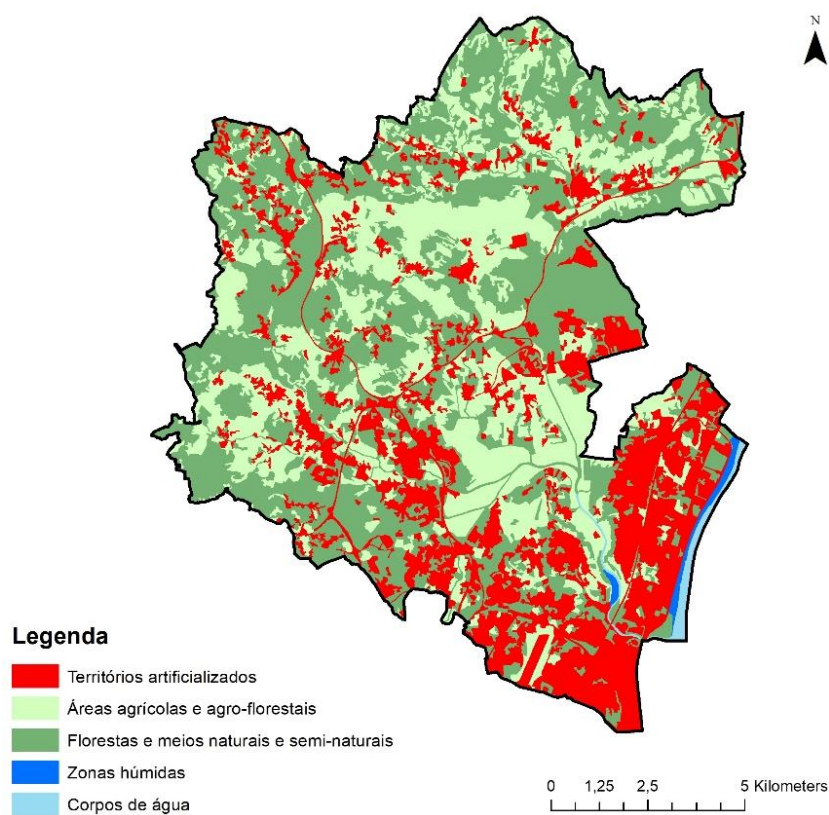


Figura 68: Padrões de uso e ocupação do solo do Concelho de Loures
Fonte: imagem elaborada com base na COS2007, nível 1

O concelho evidencia uma clara demarcação entre urbano e rural, destacando-se os maiores valores de densidade populacional na parte Sul, decorrentes da influência das actividades económicas, a proximidade com o rio Tejo e as ligações viárias que possibilitam as deslocações para o principal polo de atracção da região, Lisboa. Em termos de desenvolvimento territorial, o PDM define através do seu regulamento⁷⁶, uma visão sistémica e estruturada de acordo com três eixos estratégicos fundamentais: 1. Qualificação ambiental e territorial; 2. Coesão sócio-territorial; 3. Qualificação socioeconómica. Esta visão mostra os pressupostos para gerar e aproveitar, de modo sustentável, as oportunidades que o próprio território municipal proporciona na criação de condições adequadas aos futuros contextos social, ambiental e económico.

A questão da energia aparece aqui reflectida de acordo com duas orientações específicas. A primeira, no âmbito das operações urbanísticas, incentivando a adopção de soluções de eficiência energética por meio de benefícios fixados em regulamento municipal. A segunda, promovendo a realização de obras para instalações ou equipamentos para produção de energia a partir de fontes de energia renováveis, em todas as categorias e subcategorias de solo rural, após ponderação dos impactos no território, a definir em regulamento municipal. De referir que a abordagem municipal à promoção da eficiência energética resulta numa intenção que não assenta em orientações específicas, mas baseia-se em benefícios para as fases sucessivas dos projectos. Por outro lado, o domínio das energias renováveis é enquadrado numa perspectiva de desenvolvimento mais ampla: o espaço rural no seu todo, remetendo a análise dos possíveis impactos para o regulamento municipal. Neste contexto, determinar um quadro de referência que permita implementar acções para a redução dos consumos de energia à escala dos aglomerados e identificar as oportunidades e ameaças associadas às energias renováveis implementadas à escala do município, tornam-se questões relevantes para a transposição do modelo *SMART RURAL* para os momentos: a) da produção do conhecimento sobre o mesmo e b) da sua aplicação prática e operacionalização no âmbito de um caso real.

⁷⁶ Ver o Regulamento do Plano Director Municipal de Loures (CML, 2015).

5.2.2 Análise da produção de energia renovável e da rede eléctrica

O primeiro passo deste estudo sobre o concelho de Loures foi entender a situação actual em termos de produção de energia renovável e a sua articulação com a rede eléctrica. Neste sentido, identificaram-se as centrais de produção de energia renovável actualmente instaladas, avaliou-se qual o potencial do recurso no local e sistematizaram-se alguns dados técnicos que as caracterizam, tendo em consideração também a questão das respectivas redes de distribuição da energia. Utilizando a base de dados da APREN&INEGI (2016), foi possível georreferenciar no SIG o sistema energético municipal que resulta actualmente complementado por três centrais fotovoltaicas e cinco parques eólicos de dimensões variáveis (Figura 69 e Tabela 32)

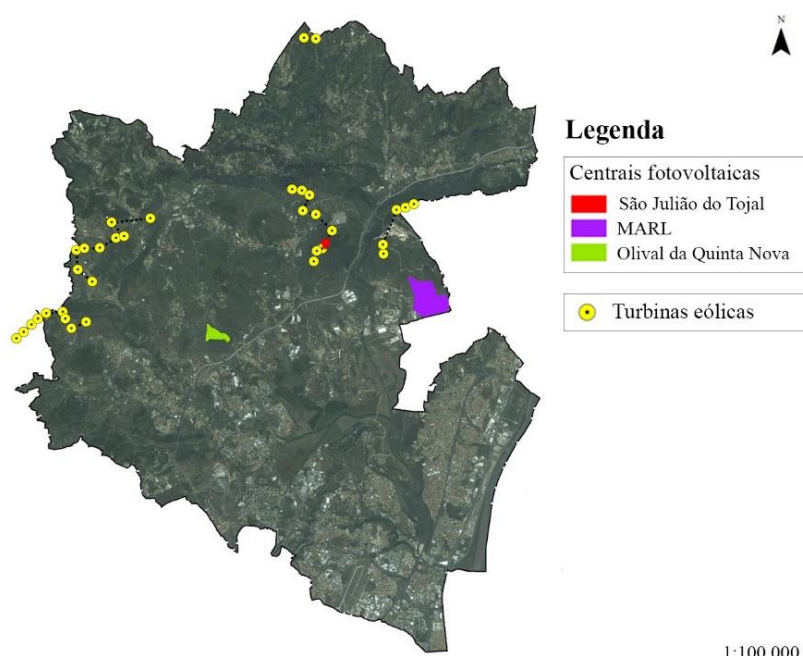


Figura 69 e Tabela 32: Unidades de produção de energia solar e eólica existentes no concelho
Fonte: APREN&INEGI, (2016)

Nome	Sistema	Potência instalada (MW)	Ano de construção	Área (ha)
Galelas	Painéis fotovoltaicos montados no solo	2	2013	5,49
Malhapão	Painéis fotovoltaicos montados no solo	2	2013	14
MARL envolvente	Painéis fotovoltaicos montados no solo	6	2014	10
MARL edifício	Painéis fotovoltaicos montados na cobertura	6	2009	13,3
Nome	Tecnologia	Potência instalada (MW)	Ano de construção	Nº de aerogeradores
Alrota	-	5	2008	2
Bolores	-	5,2	2003	4
Fanhões	-	18	2005	9
Picotinhos	-	2	2006	1
Sardinha	-	26	2008	13

Em termos de produção de energia renovável, o Concelho de Loures tem vindo a prestar um contributo determinante à escala nacional, sendo responsável por cerca de 50,77% do total de energia produzida através de recursos eólico e solar (Selada e Silva, 2013). O gráfico seguinte descreve a proporção de energia renovável produzida no concelho e a tendência evolutiva de crescimento ao longo dos últimos anos (Figura 70).

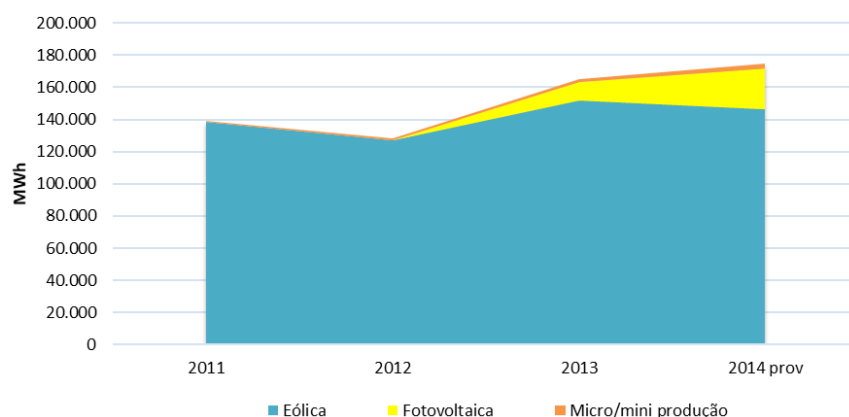


Figura 70: Evolução da produção de energia eólica e solar no Concelho de Loures
Fonte dados: DGEG, (2015)

Importa referir que o aproveitamento significativo dos recursos eólico e solar, decorre das condições geoclimáticas e fisiográficas próprias do território e da elevada percentagem de áreas rurais com condições para instalar estas infra-estruturas, (Figura 71).

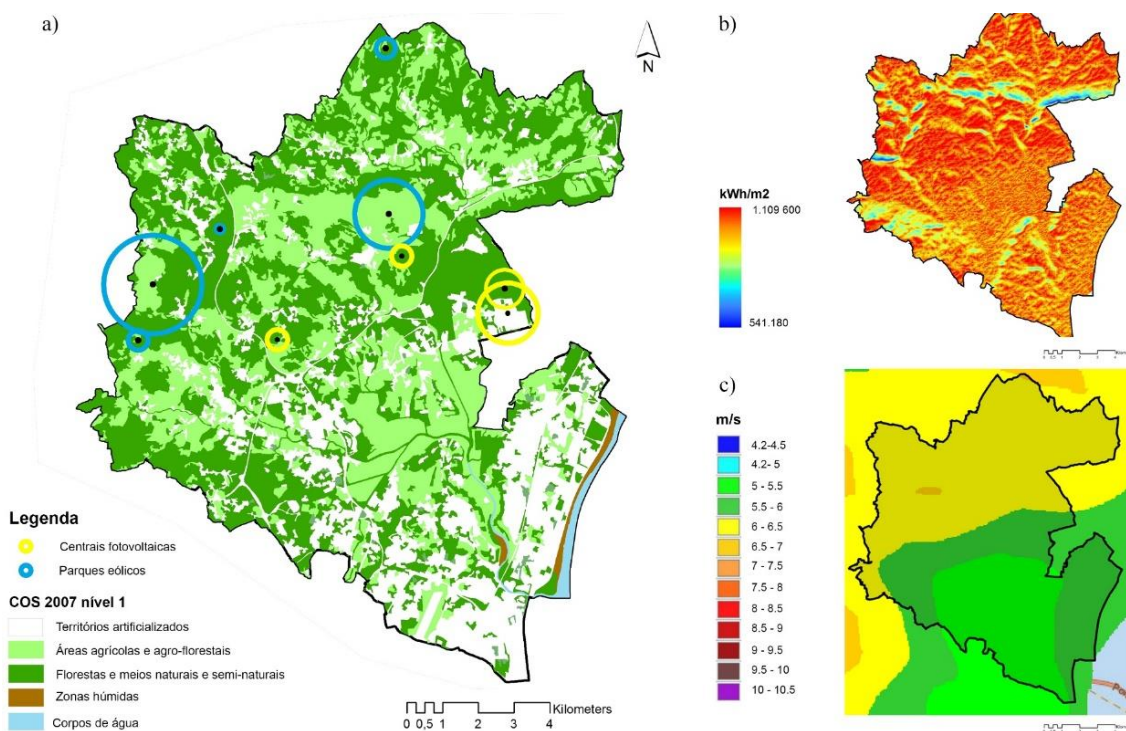


Figura 71: a) Uso do solo COS 2007 nível 1; b) Radiação solar global; c) Mapa do potencial eólico
Fonte: c) mapa do potencial eólico INETI, (2015)

O potencial eólico verifica-se na parte noroeste, devido ao facto de toda esta zona reunir condições naturais favoráveis, nomeadamente, a existência de ventos constantes e de forte intensidade associados à altimetria e ao tipo de território que apresenta uma baixa rugosidade sem obstáculos (Figura 72).

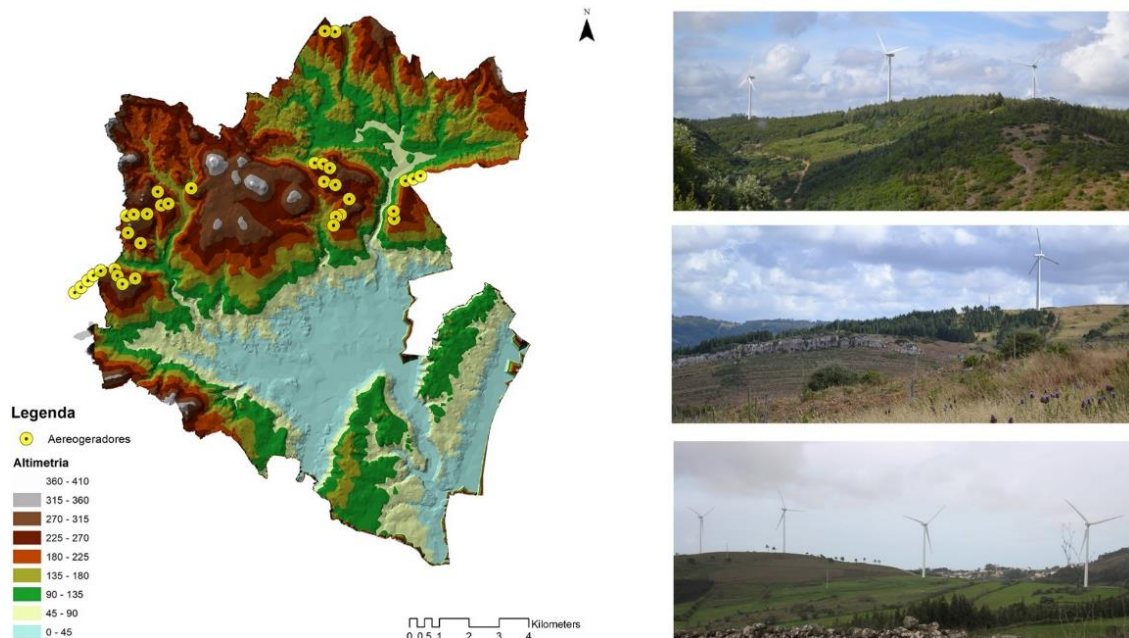


Figura 72: Altimetria com a localização dos parques eólicos e alguns exemplos de rugosidade
Fonte: Firmino e Poggi, (2015)

Destaca-se ainda o potencial para a implementação de outras fontes de energia renovável, que no caso de Loures se relacionam com o potencial de biomassa e mini-hídrica (Figura 73).

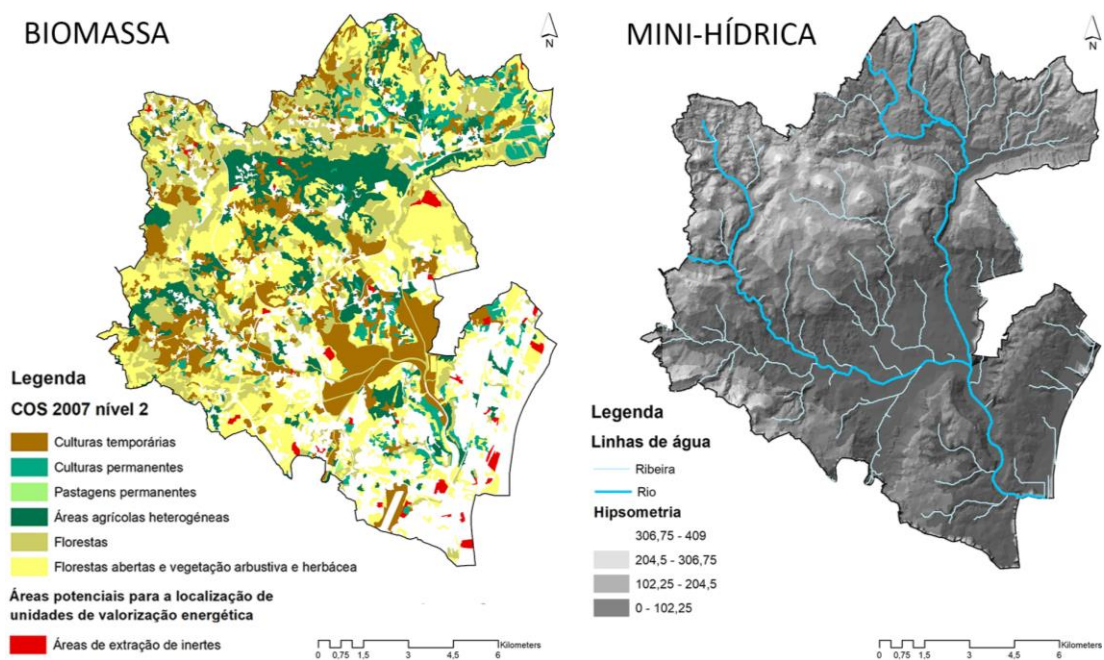


Figura 73: Potencial de biomassa e mini-hídrica

A Figura 73 sintetiza os factores físicos determinantes que suportam o potencial de biomassa, associada às actividades agrícolas e florestais, e de mini-hídrica relacionada com a rede hidrográfica municipal. Em relação à biomassa, a quantificação das áreas por tipologias de uso permite entender a potencial oferta sustentável de matéria-prima de origem agrícola e florestal (Figura 74). A maior incidência de áreas florestais, leva a equacionar um tipo de potencial de produção de energia associado a mecanismos de limpeza e recolha de resíduos florestais, que assumem uma valência económica indispensável e contribuem na prevenção activa do risco de incêndio, melhorando o ordenamento do território a nível municipal.

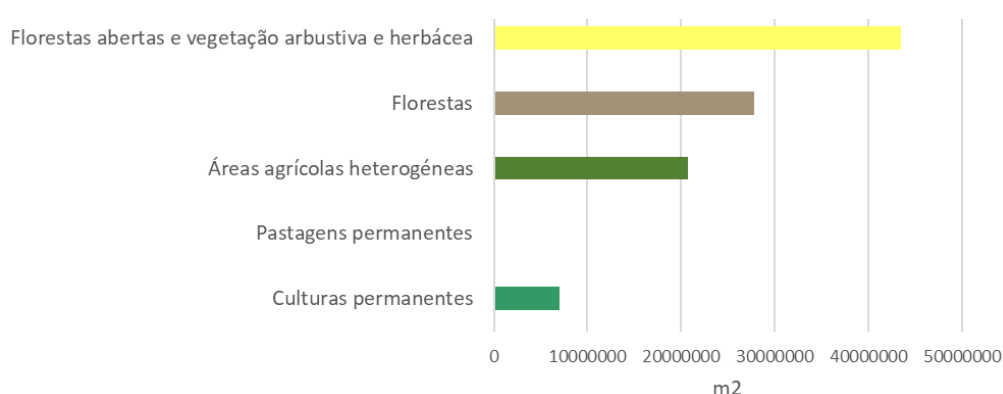


Figura 74: Quantificação das áreas com potencial de biomassa

Por outro lado, o potencial de mini-hídrica deve-se basear em estudos hidrológicos específicos. O mapa de Figura 73 permite entender, de forma preliminar, que as linhas de água que atravessam o concelho, associadas às áreas de elevada altimetria podem reunir condições para a instalação de pequenas centrais a fio de água, que utilizam os caudais instantâneos dos rios. A exploração deste tipo de recurso no concelho de Loures, justifica-se na medida em que este permite controlar e regularizar o caudal dos rios, alimentar sistemas de rega, apoiar o combate a incêndios e contribuir para o desenvolvimento das actividades agro-pastoris. Após esta referência ao potencial de biomassa e mini-hídrica, considera-se relevante salientar que estas constituem duas oportunidades relevantes a explorar para complementar a produção de energia renovável do concelho. Contudo, estes dois tipos de recursos também causam preocupação em termos de ocupação intensiva do solo e possíveis impactos no ambiente que lhe estão subjacentes.

Ainda no âmbito da avaliação do potencial de energia renovável do concelho, é de referir a existência de duas ETARs, que devido às suas dimensões permitem equacionar a produção de biogás; e a central de tratamento de resíduos da Valorsul, que actualmente já desenvolve processos de recuperação de energia.

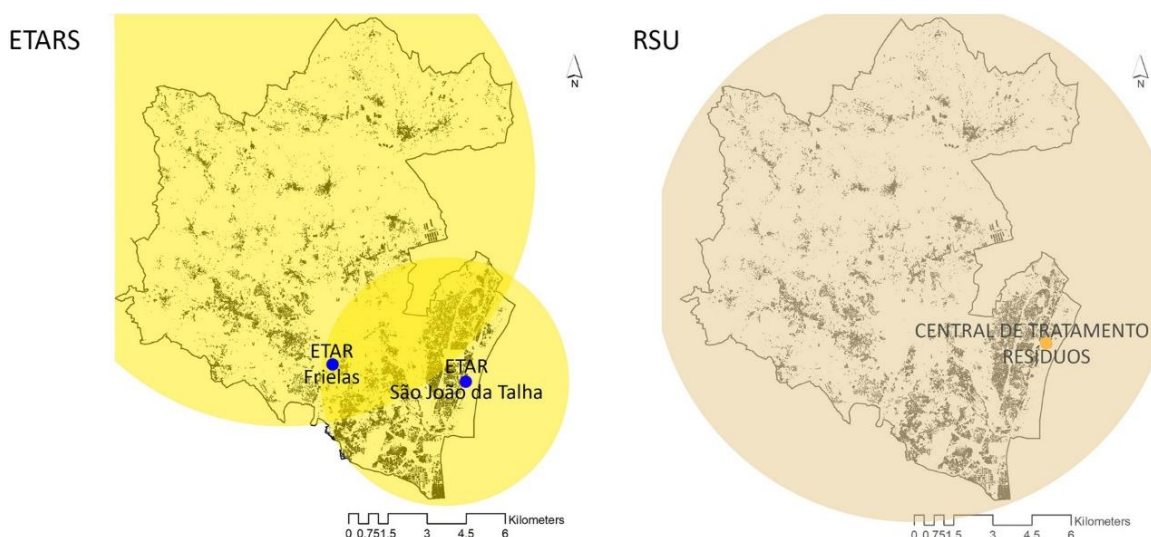


Figura 75: Potencial de produção de energia associado às ETARs e à central de RSU

As ETARs de Frielas e de São João da Talha servem uma população equivalente respectivamente a 700.000 e 40.000 habitantes, sendo estes valores os que justificam equacionar a possibilidade de integrar sistemas de produção de biogás. Neste âmbito, é, no entanto, de referir que as duas ETARS têm uma abrangência espacial intermunicipal, facto este que tem implicações no conceito de balanço energético à escala do município. Esta situação, que entra em conflito com os princípios do modelo *SMART RURAL*, é a que se aplica também à central de RSU⁷⁷, que integra processos de recuperação de energia da queima de resíduos, mas abrange vários municípios além de Loures.

Após a avaliação do potencial de produção de energia renovável, procede-se agora à análise do sistema de energia eléctrica. A articulação das fontes de energia renovável com as infra-estruturas da rede eléctrica constitui um aspecto estruturante e como tal, a considerar no âmbito da análise da produção e consumo de energia de um concelho. As redes eléctricas representam uma componente chave, não só pela sua im-

⁷⁷ Em relação à produção de energia resultante da queima de resíduos sólidos urbanos, não consideramos este tipo de energia como renovável. Esta posição prende-se com o debate actualmente em curso, sobre a utilização de RSU para a produção de energia e o aspecto negativo das emissões de CO₂, associadas a este processo.

portância no processo de distribuição da energia produzida, mas também pela oportunidade de se integrar em soluções tecnológicas inteligentes e mais eficientes, que permitam criar as condições para o potencial balanço energético do município. De facto, ao nível do planeamento energético local é importante localizar as centrais de produção de energia renovável tendo em conta critérios de proximidade com as linhas de distribuição de média tensão⁷⁸. De acordo com a informação fornecida pela EDP distribuição, a rede de media tensão do concelho de Loures apresenta a seguinte configuração espacial (Figura 76).

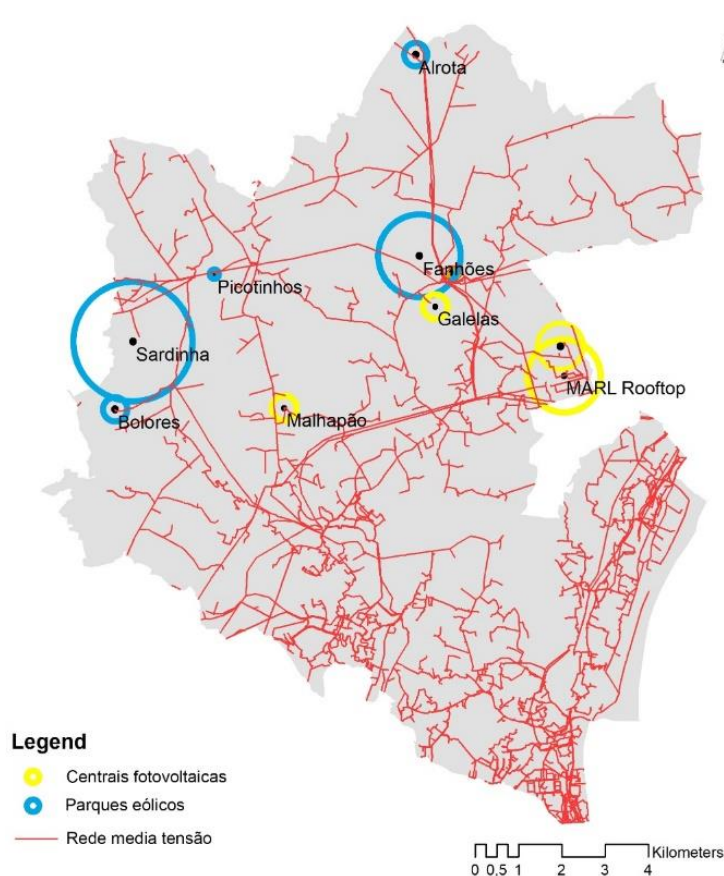


Figura 76: Rede de MT e unidades de produção de energia renovável existentes

O mapa da rede de MT foi construído para sinalizar de forma explícita a relação espacial entre as linhas de distribuição e as unidades de produção, aqui representadas através de círculos cuja dimensão depende da maior ou menor capacidade de produção de energia. A maior densidade das linhas na parte Sul do concelho, surge em resposta às necessidades energéticas das concentrações urbanas e das actividades económicas.

⁷⁸ Neste estudo, consideram-se as redes de MT por ser o tipo de infra-estrutura com incidência à escala municipal com capacidade para receber e distribuir a energia renovável produzida pelas unidades. Não se consideraram as redes estruturantes com o objectivo de transporte, sendo essas as que se inserem num contexto supramunicipal e sem dependência funcional das redes de abastecimento existentes.

Reflectindo agora sobre este último aspecto, é importante referir que o actual sistema eléctrico será alvo de uma mudança de paradigma substancial. Imaginando um cenário futuro de baixo carbono e, como tal, caracterizado pelo surgimento de novas unidades de produção de energia renovável, o modelo de expansão das redes será mais descentralizado e diluído no território. É neste sentido que o processo de racionalização das novas redes irá introduzir uma significativa flexibilização funcional, não apenas em termos de ligação aos polos de consumo como também às células produtoras de energia. Esta interpretação sobre a relação futura entre redes eléctricas e produção de energia local leva a equacionar o conceito de *smart grid* municipal, que constitui uma das componentes mais inovadora e complexa do modelo Loures *Net-Zero*, que a seguir se apresenta.

5.2.3 Análise dos consumos de energia à escala municipal

Na subsecção anterior estudou-se em concreto o papel da produção de energia renovável e a sua articulação com as redes, sendo esta, o elemento ponte para introduzir o outro grande domínio a explorar na lógica de balanço energético proposta nesta investigação: os consumos. Os dados estatísticos sobre o concelho de Loures revelam que os consumos da indústria são os que têm mais peso, seguidos pelo sector doméstico, o não-doméstico⁷⁹ e, por fim, os consumos residuais da agricultura, iluminação das vias públicas e do interior de edifícios do Estado (Figura 77).

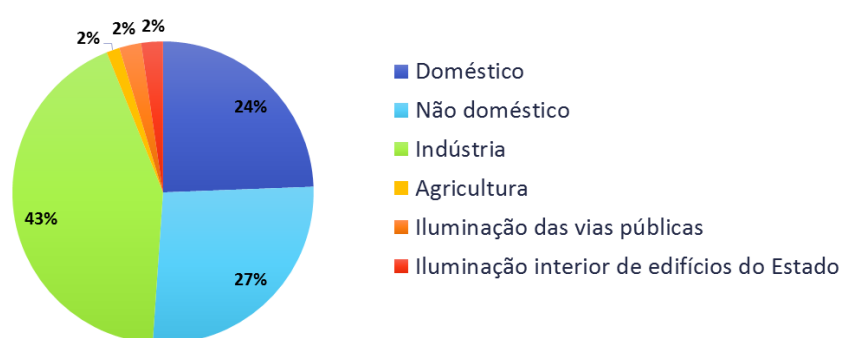


Figura 77: Distribuição percentual de consumos de energia eléctrica nos vários sectores do concelho de Loures em 2012

Fonte dados: INE, (2015)

⁷⁹ De acordo com a informação fornecida pelo INE, o sector não doméstico inclui a lista de actividades da CAE Rev.3. No âmbito desta investigação, importa sistematizar as CAE de acordo com as seguintes categorias gerais associadas aos usos do comércio, serviços públicos e privados, educação, turismo, desporto e saúde.

Comparando os valores percentuais da Figura 77 com os padrões de ocupação do solo do concelho (Figura 68), é possível entender que existe uma marcada “assimetria energético-espacial” entre a parte rural do concelho, que apresenta um consumo de energia residual, mas ocupa a maior parte do território, e as áreas urbana e de actividades económicas, que representam apenas 25%, mas absorvem quase a totalidade da energia eléctrica. De forma a contextualizar melhor o que anteriormente foi referido, apresenta-se a Figura 78, que reflecte graficamente o modelo de localização espacial da indústria e do sector não doméstico em articulação com a quantificação dos respectivos consumos de energia eléctrica.

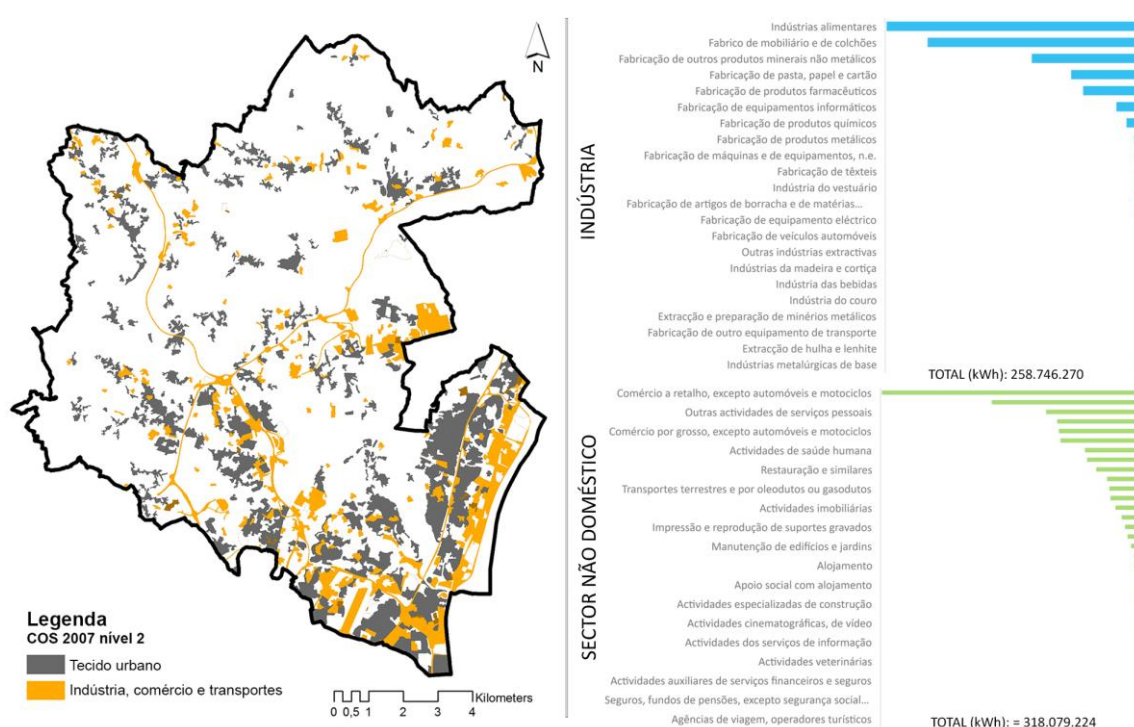


Figura 78: Quantificação do consumo de energia eléctrica da indústria e do sector não doméstico e respectivo modelo espacial
Fonte dados: INE, (2015)

Analisando temporalmente o consumo de energia em Loures, é importante referir que o concelho registou em 2012⁸⁰ um valor de 833.33 GWh, associado a uma taxa de crescimento de +30%, calculada para o período entre 1994 e 2012 (DGEG, 2015). Se se associar a evolução deste indicador com a dinâmica demográfica verificada nos

⁸⁰ Foi adoptado como período de referência, o ano de 2012, em função dos dados definitivos sobre os consumos de energia disponibilizados pela DGEG e pelo INE (última actualização: 09 de Fevereiro de 2015).

mesmo anos, é possível entender a incidência do factor social no âmbito do consumo energético (Figura 79).

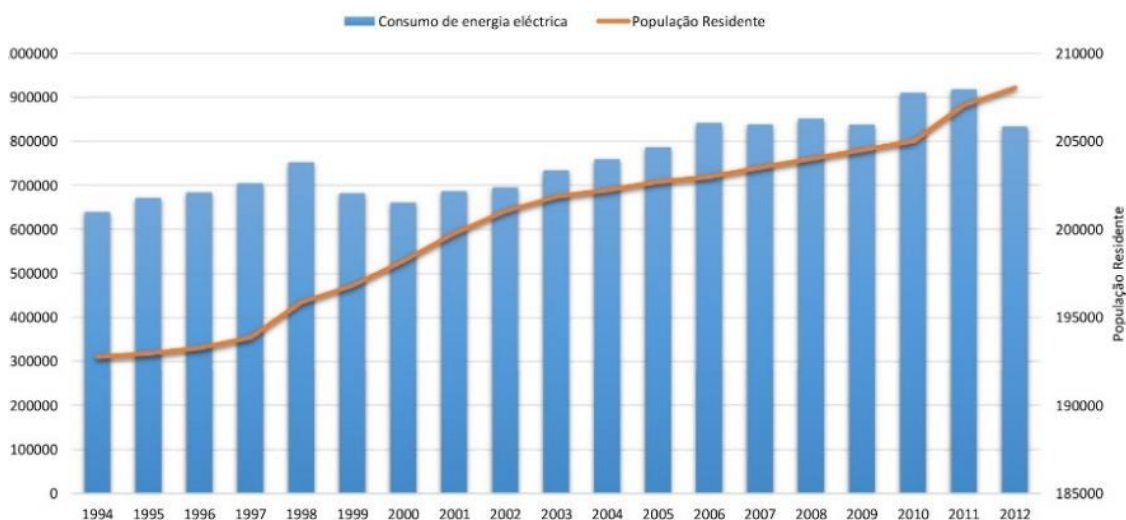


Figura 79: Evolução do consumo de energia eléctrica e tendência demográfica da população residente
Fonte dados: INE, (2015)

O gráfico revela um crescimento constante da população ao longo dos anos que, contudo, é acompanhado por uma tendência de crescimento mais atenuada em termos de consumos. Este facto, prende-se principalmente com a marcada redução dos consumos, relacionada com a crise económica dos anos de 2007 e 2008 e a mudança de comportamentos no âmbito da eficiência energética por parte dos consumidores que, a partir de 2012, tem impulsionado uma redução considerável dos consumos.

Por outro lado, o aspecto social relaciona-se directamente com os consumos no sector doméstico, que representa o terceiro maior consumidor de energia no concelho (24%) depois dos sectores da indústria (43%) e do não doméstico (27%). Para efeitos da determinação do desempenho energético do sector doméstico, desenvolveu-se uma análise baseada no consumo médio de energia eléctrica anual por habitante⁸¹ e nos dados estatísticos incluídos na BGRI 2011, ao nível de subsecção estatística. Ao conjugar a base georreferenciada do número de indivíduos residentes com o valor do consumo per capita foi possível mapear as zonas residenciais do concelho com maior consumo de energia eléctrica (Figura 80,a).

⁸¹ Nesta análise, foi adoptado o valor de 1124 kWh/hab (INE, 2015) que corresponde ao consumo de energia eléctrica anual por habitante, verificado em 2010, no concelho, de acordo com os dados definitivos disponibilizados pela DGEG e pelo INE (última actualização: 09 de Fevereiro de 2015).

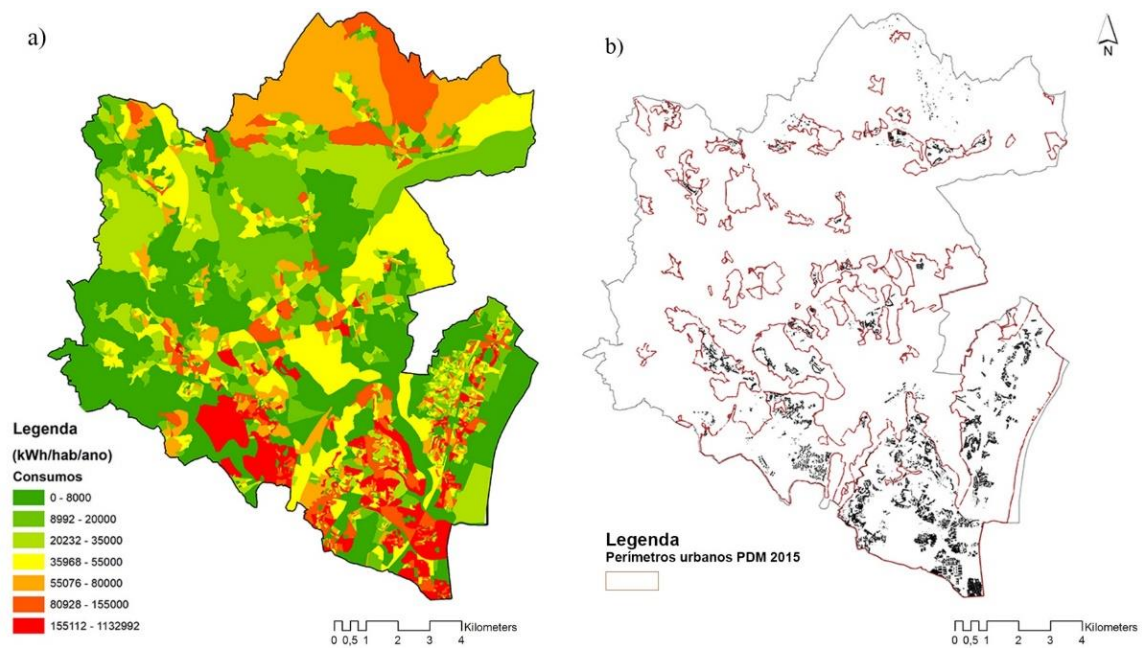


Figura 80: a) Consumo de energia eléctrica anual por habitante (kWh/ hab); b) Perímetros urbanos PDM 2015

A nível metodológico, a espacialização dos dados estatísticos, possibilita a compreensão da coerência ou não, entre o sistema energético e o modelo territorial do concelho. Comparando as células que apresentam pior desempenho com o mapa dos perímetros urbanos existentes, é possível entender em que medida uma visão de conjunto da distribuição espacial dos aglomerados pode ser articulada com os locais de produção de energia renovável, para criar as condições de estruturação do balanço energético “net-zero” à escala do município. A noção de que os edifícios residenciais têm de garantir o conforto das pessoas e o seu bem-estar, obriga a equacionar esta preocupação à escala do planeamento municipal. Neste sentido, o estudo das células identificadas na Figura 80,a pode ser utilizado como estudo de amostras para determinar os factores que têm influência negativa no desempenho energético do concelho, e preparar as directrizes e orientações estratégicas para a reabilitação dos aglomerados existentes e o desenho das novas áreas de expansão. Neste âmbito específico, o elemento que se considera adequado para conduzir o processo de reforço da eficiência energética à escala do município é a morfologia dos conjuntos edificados. É pois, através da morfologia, que é possível articular os domínios da Geografia e do planeamento, no que se refere às formas dos aglomerados e a respectiva configuração espacial no território, e os domínios do urbanismo e da arquitectura, em ligação com os aspectos de natureza tipológica nas diversas especialidades, volumetrias, usos e materiais, soluções construtivas/tecnológicas.

A análise morfológica do edificado e, em particular, a sua capacidade de estabelecer relações entre as partes – cidades, aglomerados e aldeias, e o todo de um dado concelho, é aqui reinterpretada na busca de um método para abordar a questão do desempenho energético da macro à microescala (Poggi, Firmino e Amado, 2017). É com este intuito que se desenvolve a “análise morfo-energética”, isto é, uma abordagem multidisciplinar que considera o cheio e o vazio como um meio de síntese analítica dos conjuntos edificados, procurando identificar os determinantes para a redução dos consumos de energia. A Figura 81 apresenta graficamente a aplicação do método ao caso de Loures, descrevendo-se a seguir as diferentes etapas e critérios adoptados.

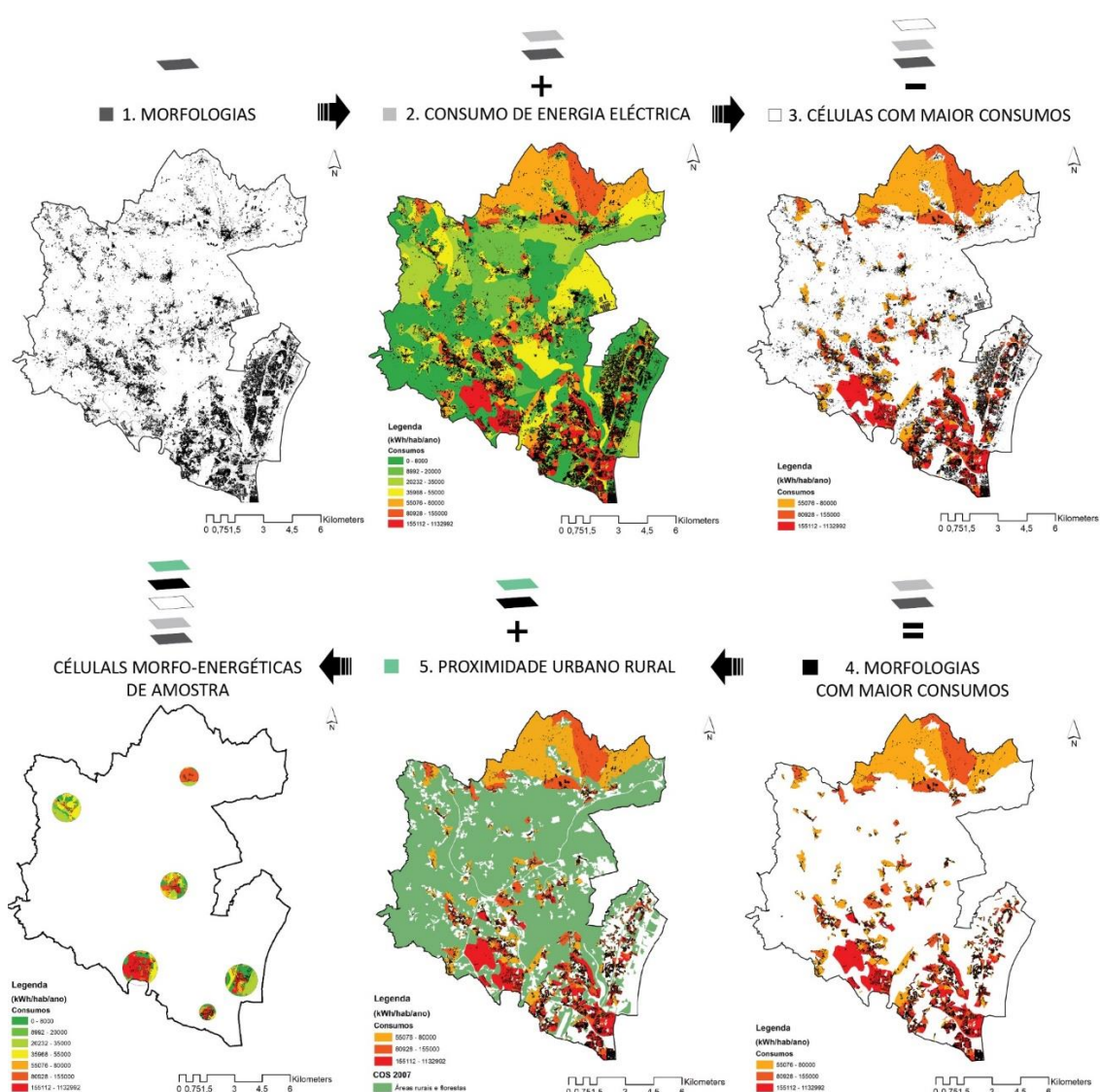


Figura 81: Aplicação do método de análise morfo-energética ao concelho de Loures

É de referir, que se trata de um método que articula dados estatísticos e vectoriais em ambiente SIG, de forma a traduzir em áreas a informação quantitativa e qualitativa, sobre os consumos de energia e o modelo de ocupação do território. Ao nível

operativo, o método assenta numa estrutura linear de interacções. Utilizando a morfologia de todo o concelho como ponto de partida – ETAPA 1, realiza-se uma primeira sobreposição com os polígonos das subsecções estatísticas associadas aos dados dos consumos de energia eléctrica no sector doméstico – ETAPA 2. A seguir, é aplicado o critério de selecção das células com maiores consumos de energia, que permite delimitar os padrões morfológicos com pior desempenho – ETAPA 3 e 4. Dado o objectivo de identificar, a partir da morfologia, os elementos paramétricos para apoiar o planeamento municipal no reforço da eficiência energética, optou-se por adoptar um segundo critério de selecção baseado na proximidade das células morfológicas às áreas rurais e urbanas do concelho – ETAPA 5. O trabalho de síntese, baseado na sobreposição de mapas e definição e aplicação de critérios de selecção coerentes, leva assim a identificar um conjunto de amostras de células morfo-energéticas – ETAPA 6, que tipificam os aglomerados rurais e urbanos e que permitem implementar a parametrização do desempenho à escala do município.

5.2.4 Diagnóstico integrado do desempenho energético municipal

O diagnóstico que se apresenta nesta secção, pretende desenhar um quadro sistémico, interpretativo e prospectivo sobre a produção e consumo de energia no Concelho de Loures. Dada a complexidade e abrangência destes dois domínios, optou-se por elaborar uma abordagem de diagnóstico que possa contribuir, em termos metodológicos para o desenvolvimento de um processo de avaliação e ponderação do desempenho energético facilmente adaptável e replicável noutros municípios. Assim sendo, o diagnóstico da produção de energia renovável prende-se com um método de diagnóstico em ambiente SIG, que visa a identificação dos principais pontos fortes e fracos, bem como a descrição das oportunidades e ameaças que se colocam aos factores que poderão contribuir para a estruturação do balanço energético à escala do município. A natureza sistémica deste diagnóstico, relaciona-se com a necessidade de projectar no futuro a implementação do potencial das fontes de energia renovável, ainda não explorado através de uma intervenção específica de planeamento energético sustentável. Por outro lado, a componente dos consumos de energia é abordada através de um diagnóstico interpretativo e prospectivo, em ambiente SIG e BIM, que visa identificar os factores e parâmetros mais relevantes para reforçar a eficiência energética à escala municipal. Esta

abordagem integrada de diagnóstico, assenta numa extrapolação conclusiva dos resultados das análises espaciais de base estatística e da parametrização de um conjunto de células morfo-energéticas delimitadas no concelho.

Os dois métodos de diagnóstico, desenvolvidos respectivamente nos domínios da produção e consumo de energia, tornam-se assim ferramentas não só para a análise, mas também para a construção de bases de dados, criação de cenários de antevisão e planeamento. É de facto esta a característica que diferencia a etapa de diagnóstico da de análise. A criação de *workflows* entre um conjunto de softwares SIG e BIM, prende-se com uma abordagem de *Geodesign* que pretende articular as técnicas e métodos da Geografia, do planeamento e da arquitectura, tendo como fio condutor o factor da energia (Figura 82).

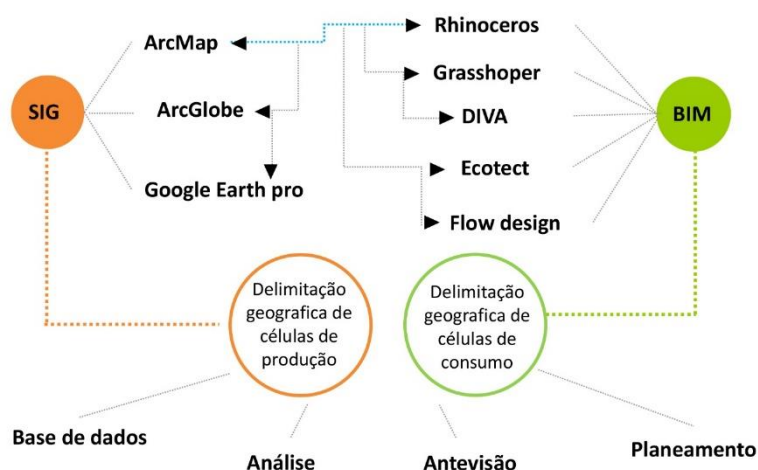


Figura 82: *Workflow* de suporte para a análise e diagnóstico

➤ **Diagnóstico da produção de energia renovável**

A elaboração do diagnóstico referente à produção de energia renovável no concelho, assenta na compreensão do carácter sistémico que envolve a relação entre o potencial de fontes de energia endógenas, a localização e dimensionamento das infra-estruturas energéticas e o uso e ocupação do solo. Utilizando a delimitação geográfica das células de produção de energia renovável existentes, foi possível efectuar um levantamento sistemático dos aspectos associados com os critérios de localização e a abrangência espacial, as necessidades tecnológicas, os padrões de utilização do solo e respectivos impactos, que caracterizam cada fonte de energia renovável analisada. Desta análise exploratória sobre a energia solar e eólica e a sua articulação com o uso do solo, emerge uma das problemáticas mais delicadas e relevantes que importa ter em conta

no planeamento das energias renováveis: os possíveis impactos nas áreas rurais. É neste sentido que se considera determinante elaborar estudos para o apoio à decisão, que não se restringem apenas a identificar as áreas com potencial de produção, mas também avalia os possíveis impactos no uso e ocupação do solo que cada recurso pode provocar. Deste modo, foi desenvolvida uma metodologia para determinar o nível de compatibilidade entre as áreas de infra-estruturação energética existentes, relacionadas com as energias renováveis, e a respectiva evolução em termos de uso e ocupação do solo. Dado o conjunto amplo de centrais de produção de energia renovável actualmente implementadas no concelho, adoptou-se uma abordagem celular, baseada na delimitação das unidades de produção numa lógica de buffer operacional, que permitem elaborar pistas e objectivos para o desenho do futuro planeamento municipal. A metodologia suporta-se em três etapas:

- I. delimitação das áreas ocupadas pelas infra-estruturas de produção de energia renovável, desenvolvida através da interpretação visual de imagens satélite disponibilizadas pelo Google Earth e a informação recolhida durante o trabalho de campo no local. De referir que se definiram duas tipologias de células de produção de energias renováveis: a célula linear para as centrais eólicas e a célula compacta para os parques fotovoltaicos;
- II. análise da evolução do uso e ocupação do solo à escala temporal de uma década;
- III. sobreposição das diferentes células delimitadas com base a carta de ocupação/uso do solo COS2007 de nível 5.

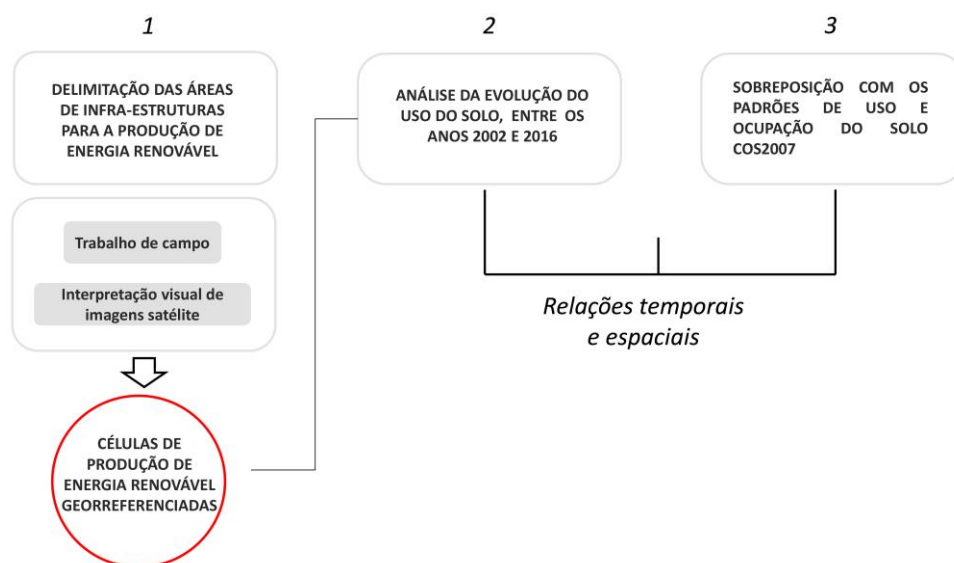


Figura 83: Metodologia para a avaliação dos impactos das energias renováveis no uso/ocupação do solo

A interpretação visual de imagens satélite, disponibilizadas pelo Google Earth, e a informação recolhida durante o trabalho de campo no local, permitiram a localização e delimitação das unidades de produção de energia solar e eólica actualmente instaladas no concelho. Começando por analisar o caso da energia solar, a Figura 84 mostra a evolução do uso e ocupação do solo nas áreas onde estão actualmente instaladas as três centrais fotovoltaicas do concelho, desde 2002 até 2016.

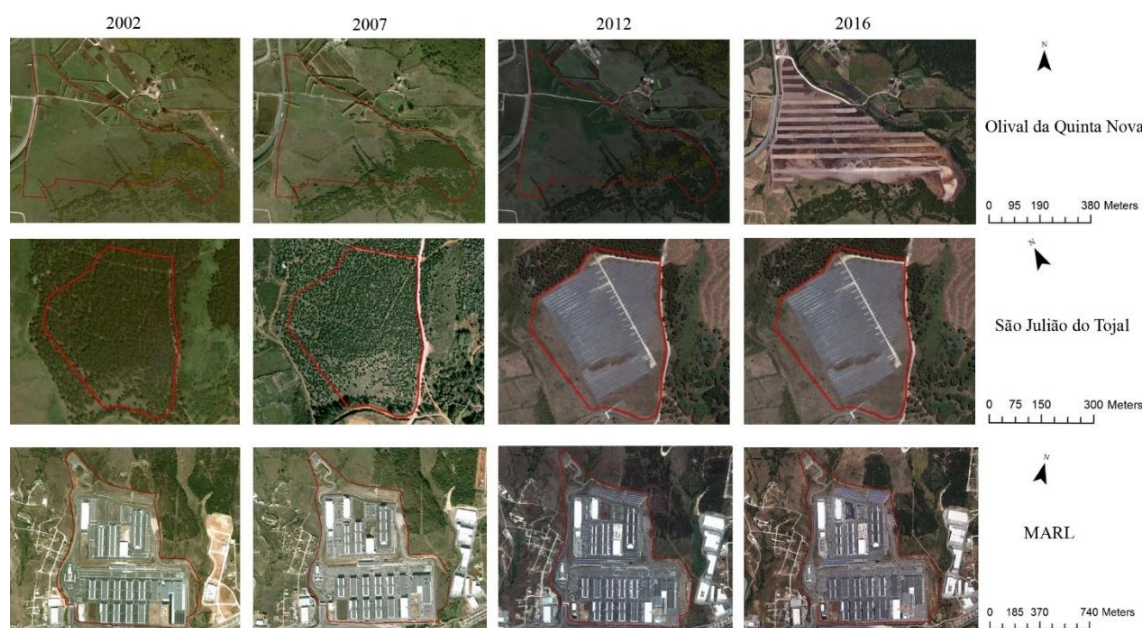


Figura 84: Centrais fotovoltaicas no Concelho de Loures: análise da evolução do uso e ocupação do solo à escala temporal de 14 anos

Através desta análise é possível observar como a implementação das duas centrais fotovoltaicas de Olival da Quinta Nova e São Julião do Tojal causaram profundas alterações no uso/ocupação dos solos. A perda das dinâmicas e diversidade do território é evidente quando se comparam as imagens do “antes e depois” da instalação das centrais fotovoltaicas. É de referir, em particular, como no caso de São Julião do Tojal, os milhares de pinheiros e outras espécies da Mata do Paraíso que foram abatidos durante a sua construção. Por outro lado, a central do MARL, promovendo a instalação de painéis fotovoltaicos nas grandes superfícies de telhados e nas encostas do terreno na sua área envolvente, promove um conceito de produção de energia eléctrica em complexos industriais que minimiza os impactos ambientais e paisagísticos⁸². Ainda na perspectiva das questões associadas à ocupação do solo, a sobreposição das células de produção de

⁸² É, pois, de referir que o projecto do MARL em si, foi muito criticado na época da sua construção. O complexo industrial foi construído em área de RAN, causando grandes mobilizações do solo e perda de culturas aí existentes.

energias renováveis delimitadas com a COS2007, permitiu avaliar de forma mais rigorosa as alterações de usos relativos às áreas ocupadas por cada central fotovoltaica. A perda dum pinhal de pinheiro bravo no caso de São Julião do Tojal, de culturas temporárias de sequeiro, matos densos e agricultura em espaços naturais e seminaturais no caso de Olival da Quinta Nova e solos ocupados com vegetação e culturas agrícolas no caso do MARL são a contrapartida que revela o lado escuro da energia limpa (Figura 85).

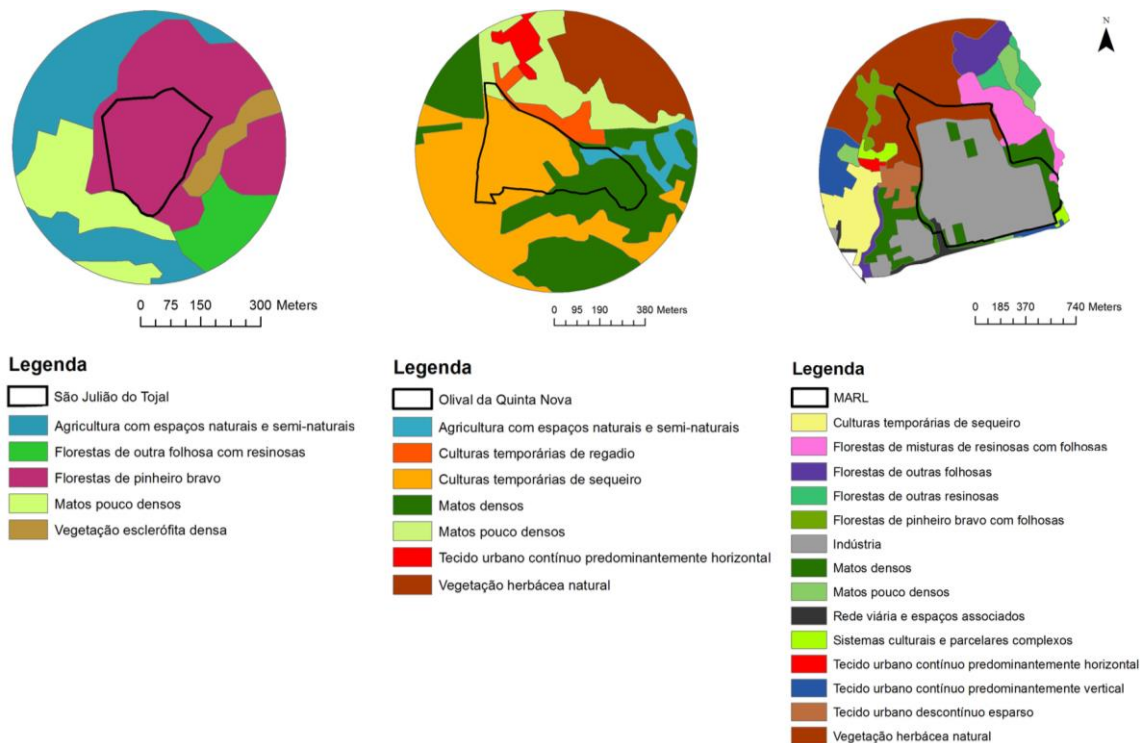


Figura 85: Sobreposição das células de produção de energia solar com a COS2007

Quanto à análise da ocupação do solo decorrente da instalação de parques eólicos, optou-se por apresentar uma amostra. Dos 30 aerogeradores actualmente instalados no território de Loures, agrupados em cinco parques eólicos, são apresentados os dois com maior extensão e dimensão: o parque de Fontelas e o de Fanhões, ambos com 9 aerogeradores e potência de 18 MW. Neste sentido, as Figura 86 sintetiza a vista tri-dimensional e a respectiva sobreposição com a COS2007 de cada parque eólico.

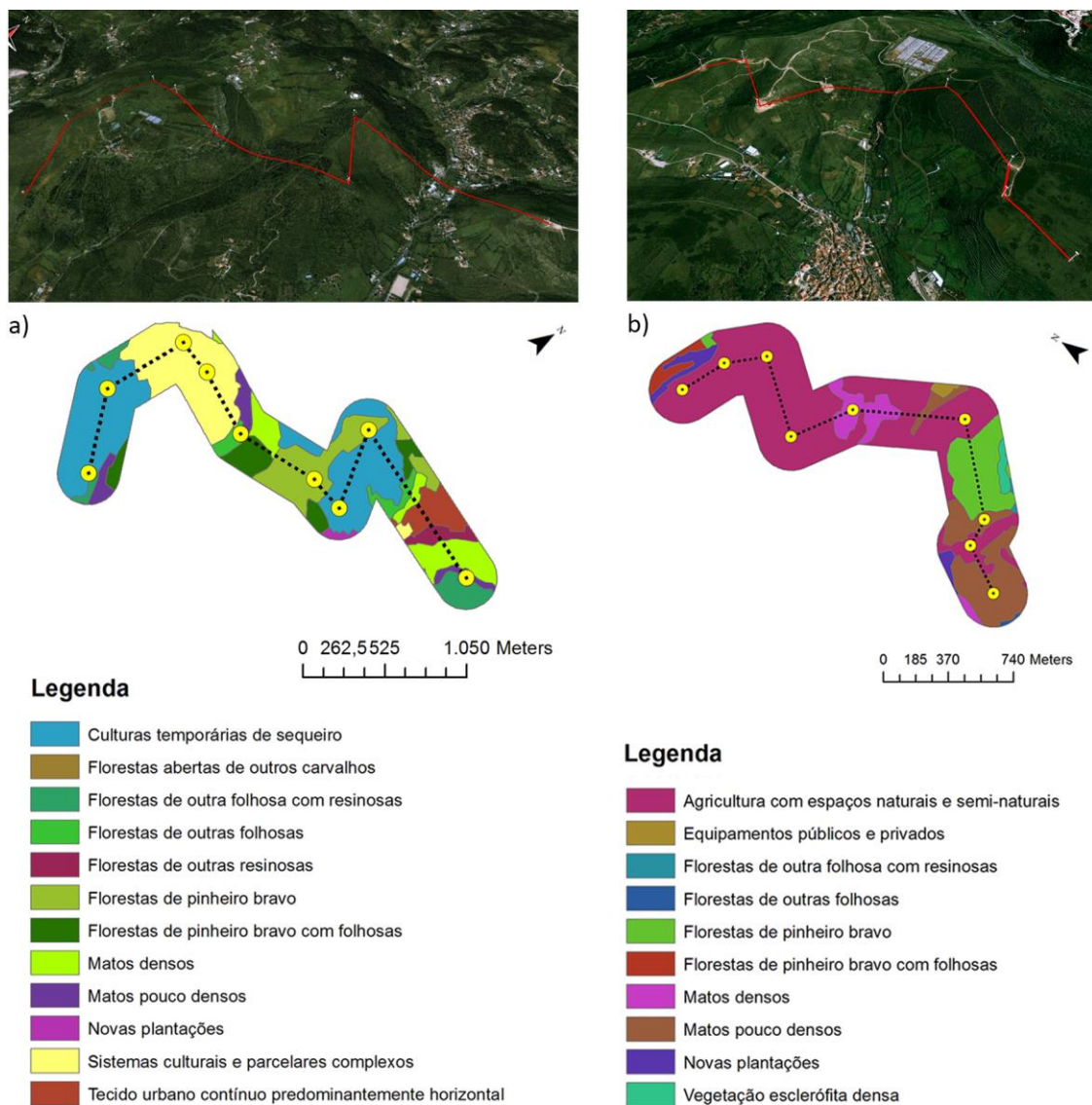


Figura 86: Visualização tridimensional e sobreposição com a COS2007 dos parques eólicos de a) de Fontelas e b) Fanhões

As células que decorrem da delimitação dos parques eólicos são de tipo linear. O critério subjacente a esta delimitação foi considerar um buffer de 200 m a partir da linha que interliga os diferentes aerogeradores, de modo a ter em conta a dimensão das palas (cerca 80m de diâmetro) e a respectiva área envolvente, os caminhos e as infra-estruturas anexas. A análise da sobreposição com a COS2007 evidência que os parques eólicos implicam uma ocupação do solo muito maior do que as centrais fotovoltaicas. No entanto, o conjunto de usos do solo abrangidos pela instalação de parques eólicos não causa alterações relevantes, sendo ainda possível manter as actividades e meios naturais aí existentes.

Este diagnóstico permitiu evidenciar alguns dos principais impactos que as centrais de painéis fotovoltaicos e os parques eólicos podem causar ao nível de um município. Conforme se salientou, as centrais fotovoltaicas instaladas directamente no terreno apresentam um tipo de ocupação que implica a perda do uso do solo (Figura 87-a) e só devem ser permitidas em áreas não susceptíveis à actividade agrícola e sem valores naturais e paisagísticos associados. Os parques eólicos, caracterizados por uma ocupação mais pontual (Figura 87-b), provocam impactos mínimos no uso/ocupação do solo, mas colocam algumas questões em termos de paisagem, ruído e preservação das aves, sendo, no entanto, necessário mitigar algumas barreiras cognitivas e psicológicas associadas ao desenvolvimento deste recurso. Por outro lado, o caso do MARL (Figura 87-c) representa um exemplo que se considera uma boa prática de utilização da energia solar, sendo as coberturas de edifícios industriais, uma oportunidade para a instalação de grandes superfícies de painéis fotovoltaicos sem impactos directos no território.

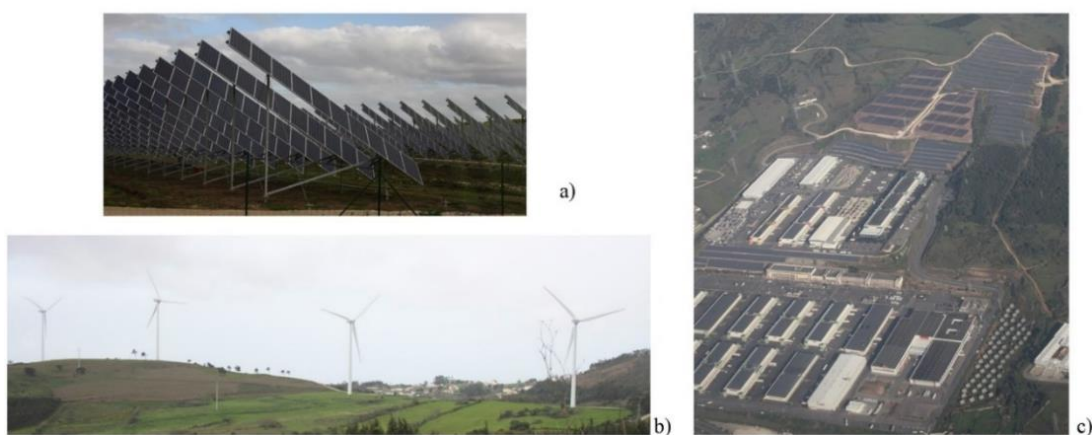


Figura 87: Exemplos de ocupação do solo: a) central fotovoltaica de Olival da Quinta Nova; Parque eólico de Fanhões (b); Central fotovoltaica do MARL (c);
Fonte: Firmino e Poggi, 2015

A situação que se verifica no concelho de Loures representa uma oportunidade de reflexão e questionamento, dados a experiencia do passado poder evitar futuras intervenções que repitam alguns dos erros cometidos. Passando da base COS 2007 à carta de ordenamento do PDM 2015, é importante salientar que existe uma falta de ordenamento associado às infra-estruturas energéticas para a produção de energia renovável. Os solos destinados às centrais fotovoltaicas e eólicas actualmente instaladas no concelho, foram classificados de uma forma que não se enquadra adequadamente a este tipo de ocupação e as condicionantes são incompatíveis com a sua integração no espaço rural. A Figura 88 mostra claramente como o caso da central fotovoltaica de São Julião do

Tojal e a de Olival da Quinta Nova constituem os dois exemplos mais evidentes do que foi anteriormente referido. Por outro lado, o caso da central fotovoltaica do MARL, localizando-se em solo urbano e numa área industrial, apresenta um enquadramento muito mais coerente em termos de planeamento seja face à situação actual bem como no caso de futuras intervenções.

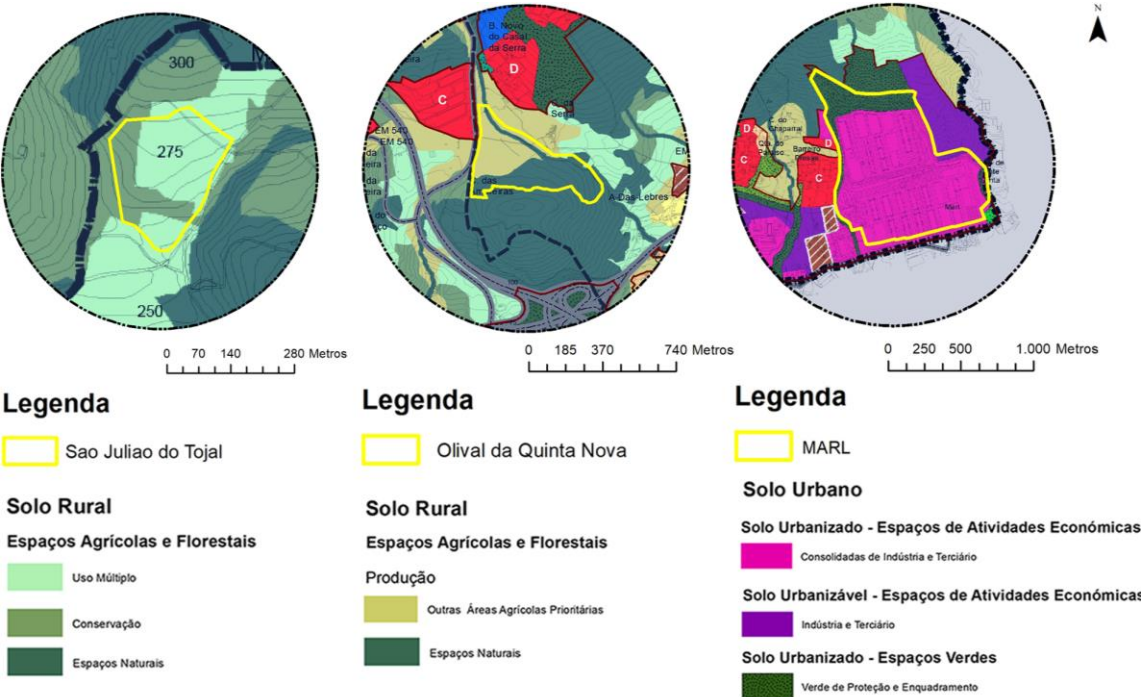


Figura 88: Sobreposição das células de produção de energia solar com a carta de ordenamento do PDM 2015

No caso dos parques eólicos é importantes observar que apesar de proporcionarem impactos menos prejudiciais para o aproveitamento agrícola, pecuário, florestal, é necessário criar as condições para localizar, de forma coerente, as respectivas infra-estruturas no território e considerar os respectivos processos de construção, nomeadamente a fase da obra que pode prever a abertura de caminhos, áreas de estaleiro e depósito de materiais em zonas sensíveis (Figura 89).

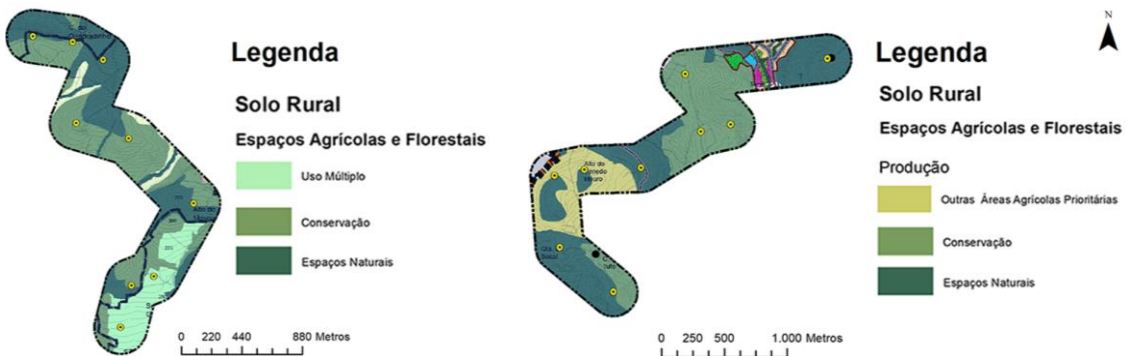


Figura 89: Sobreposição das células de produção de energia solar com a carta de ordenamento do PDM 2015

A necessidade de definir usos do solo, que se destinem exclusivamente à execução destas infra-estruturas, deve ser traduzida através de opções de planeamento sustentável em termos ambientais, patrimoniais, económicos e sociais. Neste sentido, apresenta-se uma matriz de SWOT que sintetiza os pontos fortes e os pontos fracos do concelho em estudo, as oportunidades de que pode beneficiar e as ameaças que podem afectar esse território, caso implemente o modelo “Loures *Net-Zero*” (Tabela 33).

Tabela 33: SWOT da produção de energia renovável do Concelho de Loures

PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS
<ul style="list-style-type: none"> • Potencial de radiação solar e ventos adequados para o incremento da produção destes recursos; • Potencial de produção em mini-hídricas associado às linhas de água Rio Trancão, Rio de Loures e Ribeira da Póvoa, em zonas com acentuado declive; • Potencial de biomassa agrícola e florestal; • Potencial de produção de biogás nas duas ETARs de grande dimensão implantadas no concelho; • Conjunto considerável de unidades de produção de energia renovável já implementadas no território; • Rede eléctrica de MT com cobertura extensa e difusa em todo o concelho; • Divulgação associada com o parque temático de energias renováveis em Santa Iria da Azóia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de ordenamento do território ao nível da implementação de centrais de produção de energia renovável, nomeadamente no que diz respeito às centrais fotovoltaicas instaladas no solo; • Regulamento do PDM2015 sem enquadramento rigoroso sobre os impactos relacionados com as energias renováveis; • Falta de um plano estratégico de recolha municipal de biomassa para a produção de energia; • Falta de estudos hidrográficos para determinar o potencial de energia mini-hídrica do concelho; • Barreiras administrativas e burocráticas nos processos de licenciamento; • Falta de enquadramento legal para a produção de energia renovável municipal.
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
<ul style="list-style-type: none"> • Criação de clusters municipais para a recolha da matéria prima e produção participada de bioenergia; • Criação de emprego associado ao ciclo de produção da bioenergia; • Coberturas de edifícios industriais para a produção de energia solar; • Limpezas dos terrenos e mitigação do risco de incêndio; • Produção e distribuição municipal de energia renovável; • Criação de uma bolsa municipal de projectos para o aproveitamento das fontes renováveis para atrair investimentos públicos e privados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Perda de solos com aptidão agrícola associada à instalação de novas centrais fotovoltaicas; • Impactos na paisagem associados à instalação de novos aerogeradores; • Quantidades de matéria prima não suficiente para a produção de bioenergia; • Competitividade entre produção de culturas energéticas e alimentar; • Falta de adesão dos agentes económicos, dos municípios e entidades concessionárias das redes aos investimentos em energias renováveis e <i>smart grid</i>.

O diagnóstico desenvolvido sistematiza diferentes realidades e perspectivas associadas com a implementação das energias renováveis no Concelho de Loures. Trata-se de um quadro que evidencia a importância do planeamento energético municipal ter uma natureza mais regulamentar, no que se refere à implementação das fontes de energia renovável nas áreas rurais, e mais integrada face à sua capacidade de traduzir os

pontos fortes e fracos em oportunidades. As ameaças surgem em articulação com o factor da governança e a necessidade de salvaguarda e preservação ecológica e ambiental do território. Por fim, é de salientar que a viabilidade económica e necessidade de atrair financiamentos constituem um dos principais aspectos que incidem, obviamente, na concretização de cada visão de desenvolvimento energético sustentável.

➤ ***Diagnóstico dos consumos de energia***

A elaboração de um diagnóstico sobre os consumos de energia à escala municipal, visa identificar quais são os princípios orientadores a desenvolver no âmbito do PDM para a realização de operações de expansão, colmatação, reabilitação e reconversão urbanas das áreas com pior desempenho. De facto, o entendimento das estruturas e tendências evolutivas dos consumos de energia no concelho, coloca a questão de determinar quais são os elementos homogéneos, heterogéneos e/ou distintivos, que caracterizam os padrões de ocupação do território com pior desempenho energético. Deste modo, apresenta-se uma análise detalhada de uma amostra seleccionada entre as células morfo-energéticas com maior consumo de energia no concelho. Esta etapa prende-se com a identificação de parâmetros que levem à integração de medidas de eficiência energética implementáveis à escala do ambiente construído existente, bem como às futuras expansões urbanas. Neste sentido, o diagnóstico do edificado assenta nos principais pressupostos teóricos identificados no estado da arte⁸³.

A identificação das condições bioclimáticas que caracterizam o concelho, representa o primeiro passo para determinar o referencial comum a ser equacionado no âmbito de cada intervenção associada à redução dos consumos de energia. Através do software Meteonorm, foram processados os dados meteorológicos da estação da Portela, obtendo-se os valores anuais da 1. Radiação solar, 2. Temperatura e 3. Precipitação (Figura 90).

⁸³ Ver as subsecções 3.3(1-2 e 3) do capítulo III: Eficiência energética: um olhar além do urbano.

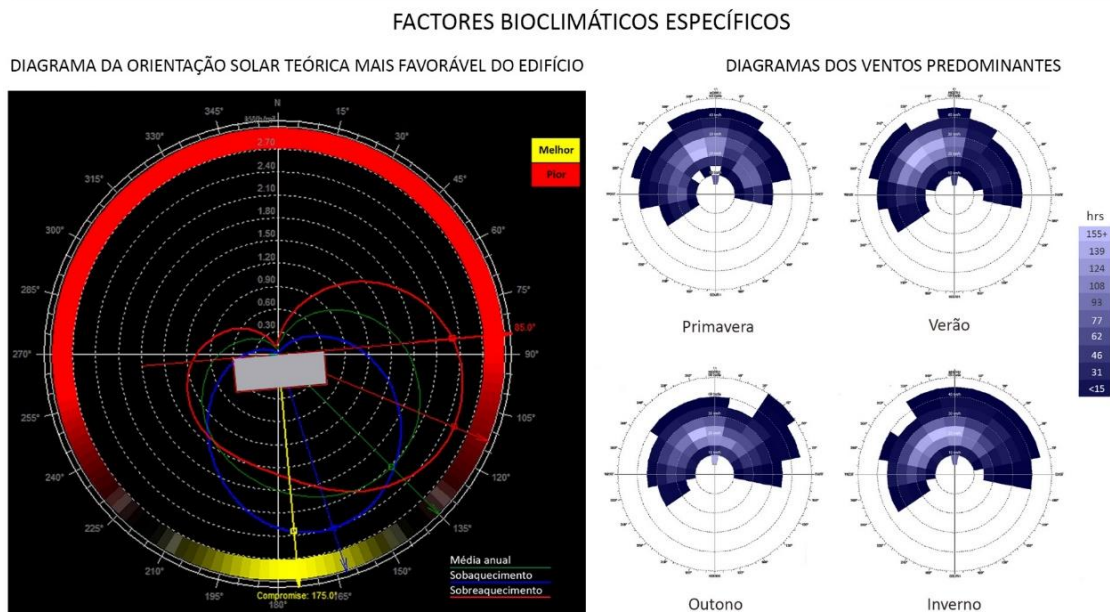
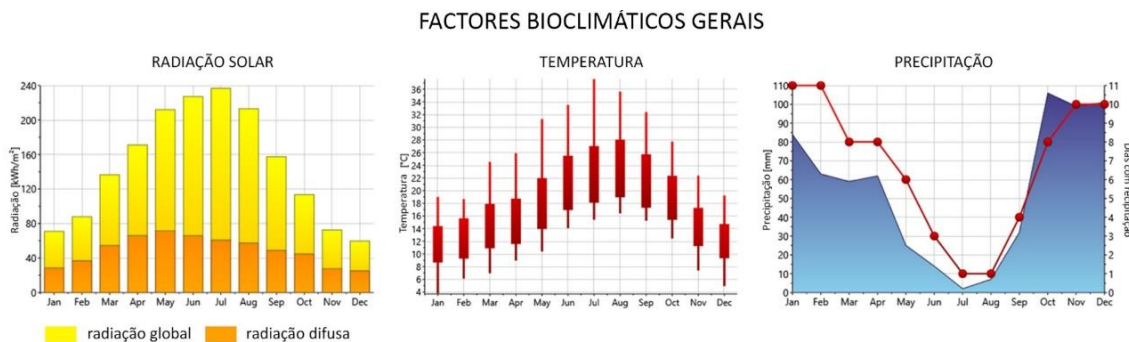


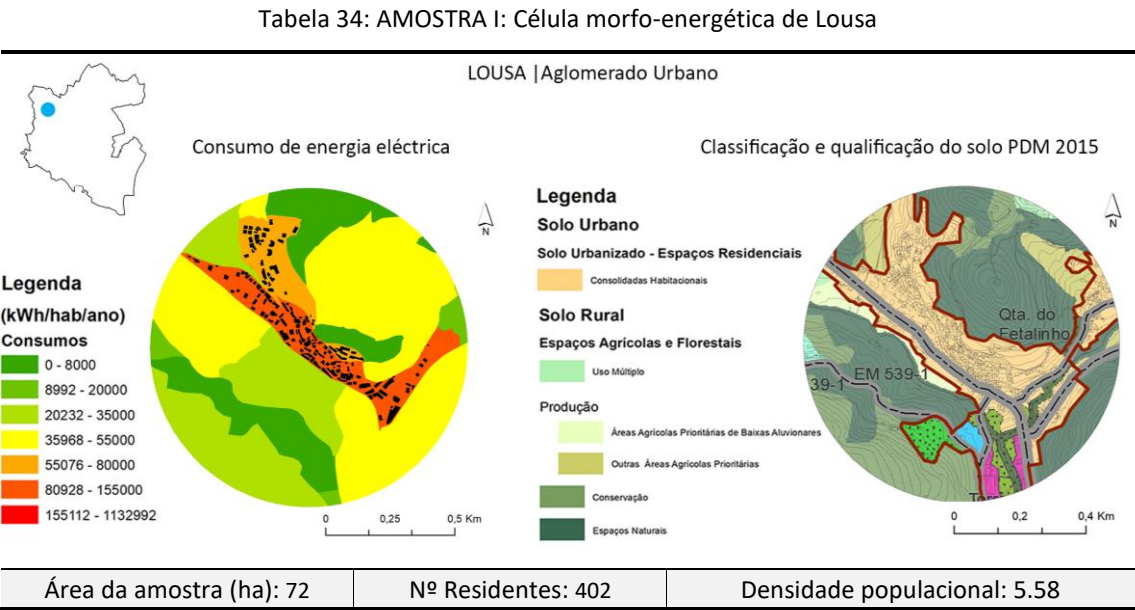
Figura 90: Referencial de factores bioclimáticos gerais e específicos no concelho de Loures

No âmbito deste diagnóstico, estes factores foram classificados como gerais, por influenciarem o potencial de produção de energia solar no local, e determinarem indirectamente os requisitos de isolamento térmico da envolvente e as condições envolventes para o conforto exterior e interior. Por sua vez, a abordagem paramétrica à análise do desempenho assenta em factores mais específicos, capazes de apoiar o desenvolvimento de intervenções regradas de desenho urbano e projecto dos edifícios. A orientação solar teórica mais favorável, em conjunto com os diagramas dos ventos predominantes ao longo do ano⁸⁴, respondem a essa necessidade, disponibilizando um referencial para o presente processo de avaliação e diagnóstico.

É de salientar, que esta abordagem com enfoque nos factores bioclimáticos, encontra nas escalas do planeamento municipal e do urbanismo, dois níveis de intervenção

⁸⁴ Os diagramas da orientação solar e dos ventos obtidos através do software Ecotect Analysis

cujo valor estratégico decorre da capacidade de proporcionar, ou não, as condições de partida adequadas para facilitar as sucessivas fases de projecto, seja a nível de um edifício, de um quarteirão ou de um espaço público. A amostra que se apresenta é o aglomerado de Lousa, localizado em solo urbano, mas marcado por características de ruralidade, tratando-se de um pequeno núcleo de edificação concentrada ao longo da via principal, servido por uma rede de pequenos arruamentos, e com funções residenciais e de apoio a actividades localizadas no solo rural envolvente (Tabela 34).



envolvida. Deste modo, a Figura 91 apresenta os padrões morfológicos em estudo e a relação com a respectiva volumetria, destacando-se ainda o traçado das vias, a distribuição espacial da densidade e a incidência da época de construção dos edifícios.

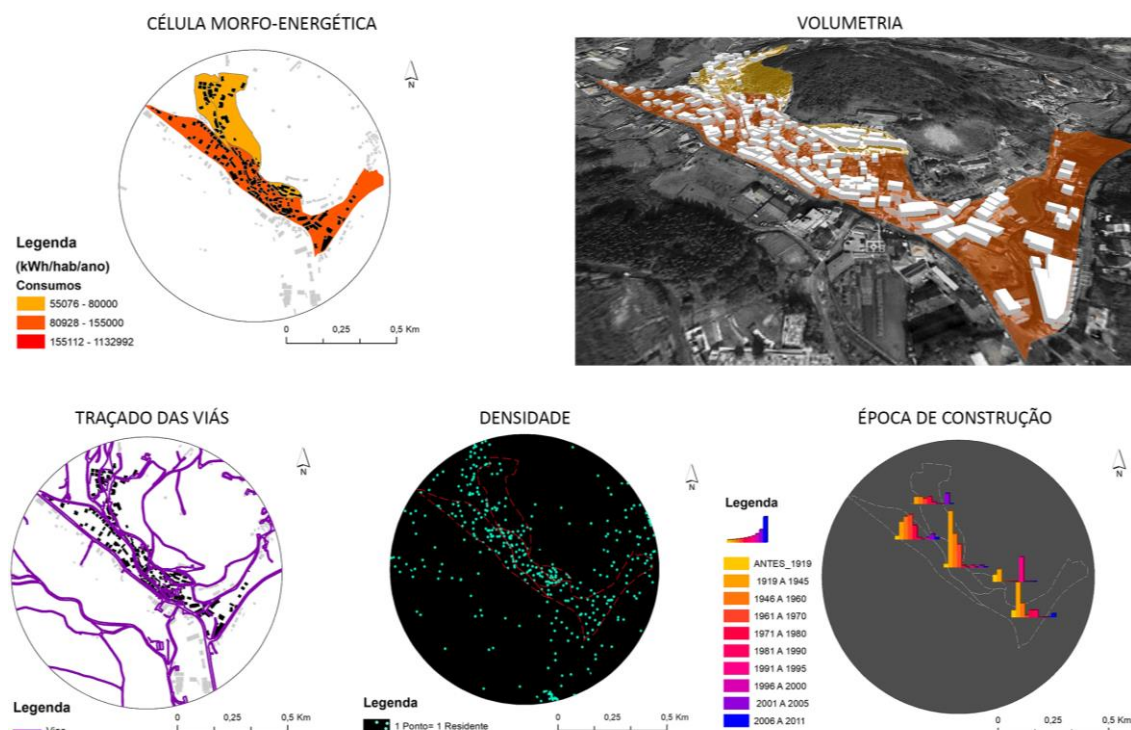


Figura 91: Parametrização do modelo urbano

É assim possível observar que a morfologia deste aglomerado foi crescendo a partir de dois vias estruturantes, que se prolongam com a consequente formação de uma malha urbana linear ramificada, assumindo dimensões maiores ou menores consoante a adaptação ao relevo. A densidade do modelo morfológico descrito apresenta uma configuração espacial coerente com a linearidade geométrica e irregular das vias principais e secundárias. A análise da época de construção permite entender que se está perante edifícios construídos entre os anos de 1919 e 1970, sendo esse um indicador que incide enormemente na justificação de consumos de energia mais elevados, relacionados com os sistemas construtivos, os materiais e equipamentos de arrefecimento ou aquecimento pouco eficientes.

O ambiente construído caracteriza-se por edifícios de pequena dimensão, que possuem 1 ou 2 alojamentos familiares e apresentam 1 ou 2 pisos (Figura 92). O sistema construtivo predominante é a estrutura de betão, que tendo em consideração a época

de construção, entende-se estar associado à falta de isolamento nas paredes da envolvente e a janelas com vidros simples e caixilharia em madeira.

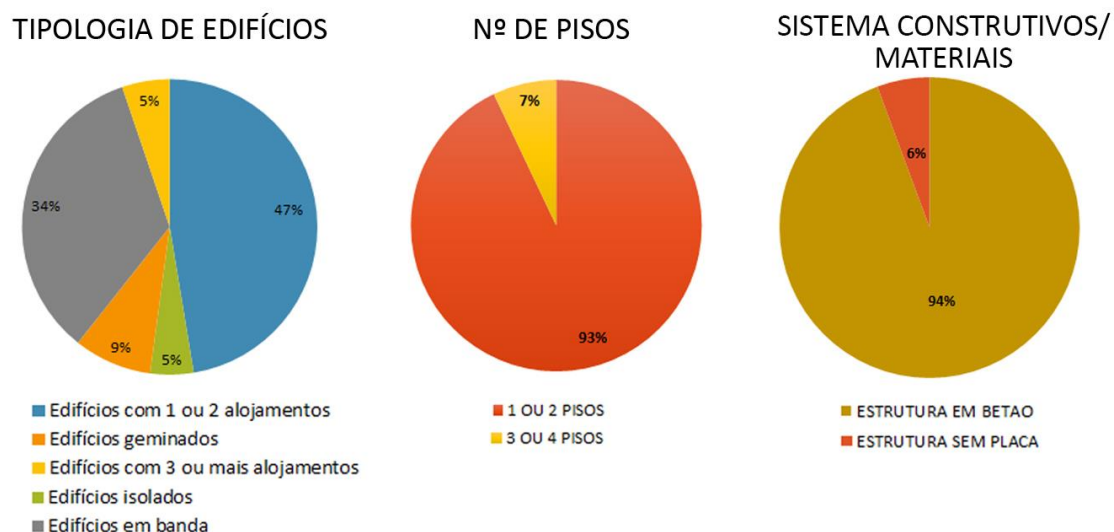


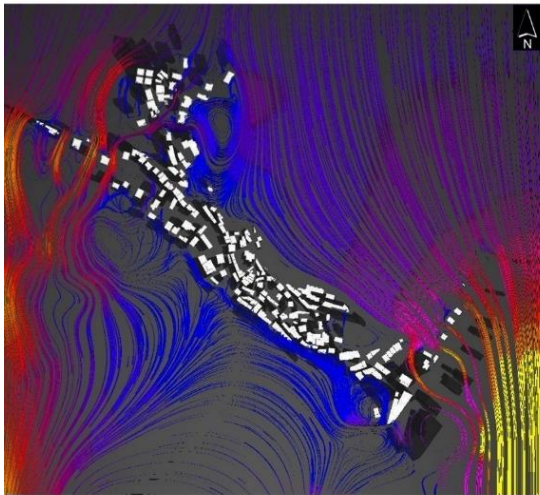
Figura 92: Parametrização do ambiente construído

Ainda com enfoque no edificado, importa avaliar a interacção das condições bioclimáticas com os edifícios existentes, sendo este um determinante do desempenho energético. Os edifícios estão sujeitos aos efeitos da temperatura exterior influenciada pelos ventos predominantes, os níveis de radiação solar incidente e os sombreamentos. A Figura 93 apresenta as simulações bioclimáticas da amostra de Lousa, realizadas através de um *workflow* que articula os seguintes softwares de modelação paramétrica e análise dinâmica:

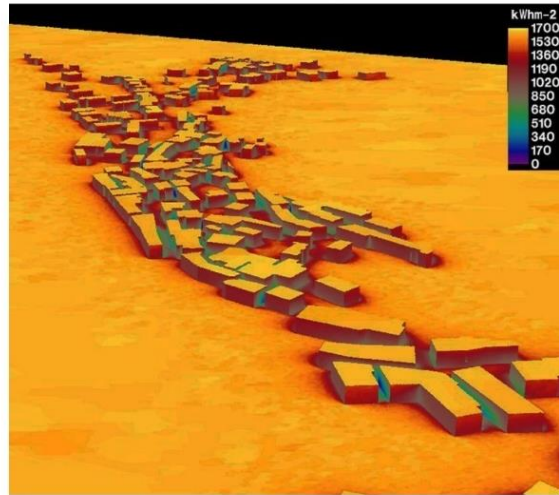
Rhinoceros > Autodesk Flow Design > Grasshopper + DIVA.

A parametrização bioclimática sintetiza os determinantes que incidem no desempenho energético do aglomerado de Lousa, relevando o vento e o sol como duas variáveis importantes na sua interacção com os edifícios existentes, e com um papel fundamental no projecto dos edifícios futuros.

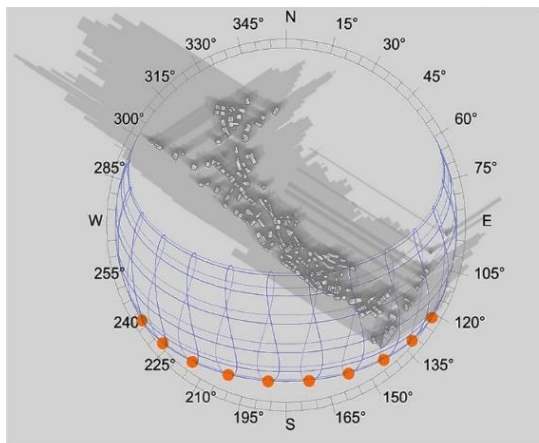
SIMULAÇÃO VENTOS PREDOMINANTES



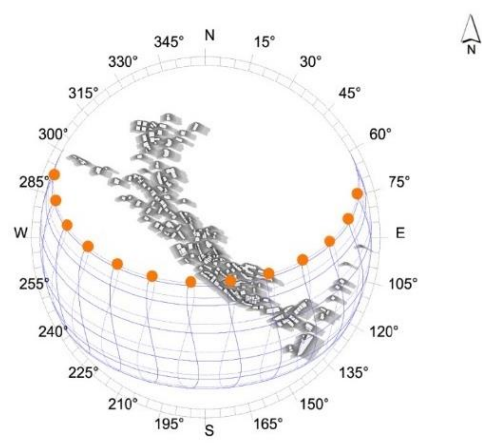
SIMULAÇÃO RADIAÇÃO SOLAR



SHADOW RANGE



INVERNO



VERÃO

Figura 93: Parametrização bioclimática

A simulação dos ventos predominantes mostra como a forma urbana compacta, a proximidade ao relevo e a orientação dos edifícios não possibilita a ventilação natural, que é o processo mais eficiente no controle do sobre/subaquecimento dos edifícios. Por outro lado, os níveis de radiação elevados garantem um potencial conforto térmico no Inverno, quando constitui uma fonte de calor muito importante, sendo no Verão, uma fonte de calor a evitar. Este último aspecto, prende-se com o percurso solar no local, o sombreamento dos próprios edifícios e a sua relação directa com alguns parâmetros métricos da forma urbana: a ausência de espaços livres como largos e praças, a largura reduzida das ruas, o afastamento mínimo entre os edifícios.

Os resultados destas simulações comparados com o referencial de factores bioclimáticos gerais e específicos apresentados na Figura 90 revelam um desenho urbano espontâneo que prejudica fortemente o desempenho energético dos edifícios. Os cons-

trangimentos naturais do local e a configuração da rede viária inviabilizam as intervenções de natureza urbanística. Por outro lado, os bons níveis de radiação solar e a temperatura amena ao longo do ano garantem as condições para intervir, principalmente nas componentes de isolamento da envolvente, promover sistemas fotovoltaicos para a produção de energia eléctrica e colectores solares para as águas quentes sanitárias e controlar os ganhos solares, dotando os envidraçados de sombreamentos eficazes.

A análise sobre esta amostra sistematiza um referencial metodológico para tipificar os padrões morfo-energéticos dos restantes aglomerados dispersos nas áreas rurais, os que caracterizam a franja da expansão suburbana e os que constituem as áreas urbanas compactas, com as actividades económicas mais relevantes e as respectivas formas de urbanização difusa, localizados na parte sul do concelho.

A divisão operacional entre edificado construído e a construir, representa uma sistematização de partida essencial para definir a natureza da intervenção a preconizar, no âmbito de um processo de planeamento que pretenda melhorar a eficiência energética à escala do município. Esta posição prende-se com a necessidade de elaborar estratégias de redução dos consumos que dependem da natureza do edificado e do local em que se está a intervir, como se demonstra na análise da amostra de LOUSA.

5.2.5 Modelo “Loures Net-Zero”

Após a fase de diagnóstico integrado, apresenta-se nesta secção o modelo de estruturação do balanço energético nulo para o Concelho de Loures. Esta etapa da investigação visa fundamentar, por um lado, uma adequada reflexão prospectiva sobre as potencialidades, limitações e condicionantes associadas ao modelo *Net-Zero*. Por outro, promover uma abordagem demonstrativa, que contribua para conceptualizar o quadro de mudança do paradigma energético que os municípios serão chamados a enfrentar.

Em linha com os princípios definidos no modelo teórico *SMART RURAL*, “Loures Net-Zero” é uma visão que assenta num exercício de cenarização e construção de um programa e esquema orientador de Desenvolvimento Energético Sustentável, para apoiar o planeamento municipal na identificação das estratégias, acções e investimen-

tos necessários. É de referir que a visão de balanço energético nulo, constitui um horizonte futuro de referência que visa incentivar a elaboração e concretização de sinergias no seio de um novo planeamento municipal catalisador deste modelo.

De facto, o termo “Loures *Net-Zero*” simboliza um processo de intervenção estratégica que, em linha com quanto actualmente se tem desenvolvido no âmbito dos edifícios *N-ZEB*, preconiza uma abordagem espacial/funcional orientada para o balanço entre células de consumo e de produção de energia, em articulação com a implementação de redes inteligentes municipais. A questão, portanto, não é a de estruturar com precisão este balanço, mas antes a de perceber em que medida o planeamento de áreas rurais – produtoras de energia renovável e de áreas urbanas – optimizadas em termos de desempenho energético, é essencial para pensar o futuro do concelho e do país, numa lógica de dependência mínima de combustíveis fósseis.

É então, o “dar forma à Energia do Futuro”, que se considera o desafio metodológico e operacional mais relevante no desenvolvimento do modelo *SMART RURAL*.

Posta esta premissa, a Figura 94 apresenta o primeiro mapa conceitual que sintetiza os aspectos espaciais e funcionais fundamentais respeitantes às unidades de produção de energia, ao sistema dos usos do solo com pior desempenho, à proximidade espacial, ou não, das redes de MT. Este mapa traduz o Cenário BASE - Situação Existente: um modelo energético simplificado do concelho, que destaca a configuração espacial do actual sistema de produção e consumo de energia.

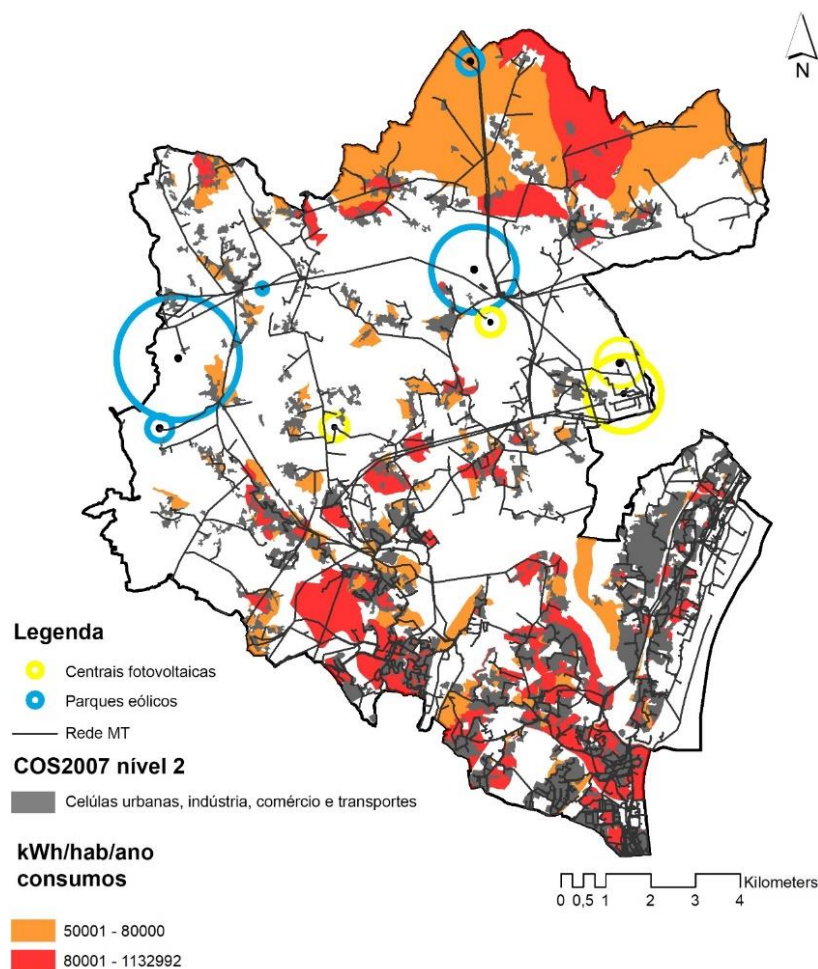


Figura 94: Cenário BASE- Situação Existente

O Cenário BASE é o ponto de partida para apoiar as autoridades locais no processo de tomada de decisão associado ao desenvolvimento energético do concelho. O mapa conceitual traduz, em termos espaciais, a situação existente, caracterizada por um consumo total de energia eléctrica que, em 2014, foi de 833 GWh, face a um valor de energia eléctrica total produzida a partir de fontes renováveis de 517 GWh. Estes dados permitem entender que se está perante um concelho de referência no que se refere à implementação das energias renováveis, e cujo caminho para o equilíbrio energético se apoia em condições já consolidadas à partida. Ainda neste âmbito, é de considerar que a energia renovável actualmente produzida no concelho não é suficiente para satisfazer a procura de energia, que devido à composição densa e diversificada de áreas urbanas e actividades económicas, apresenta níveis de consumo elevados. No entanto, se o balanço entre produção e consumo de energia à escala global, parece um objectivo ainda não alcançável no curto prazo, é de referir que à escala sectorial podem-se identificar

combinações de equilíbrio entre o total da produção de energia renovável e padrões de consumo de energia eléctrica, classificados por tipo (Figura 95).

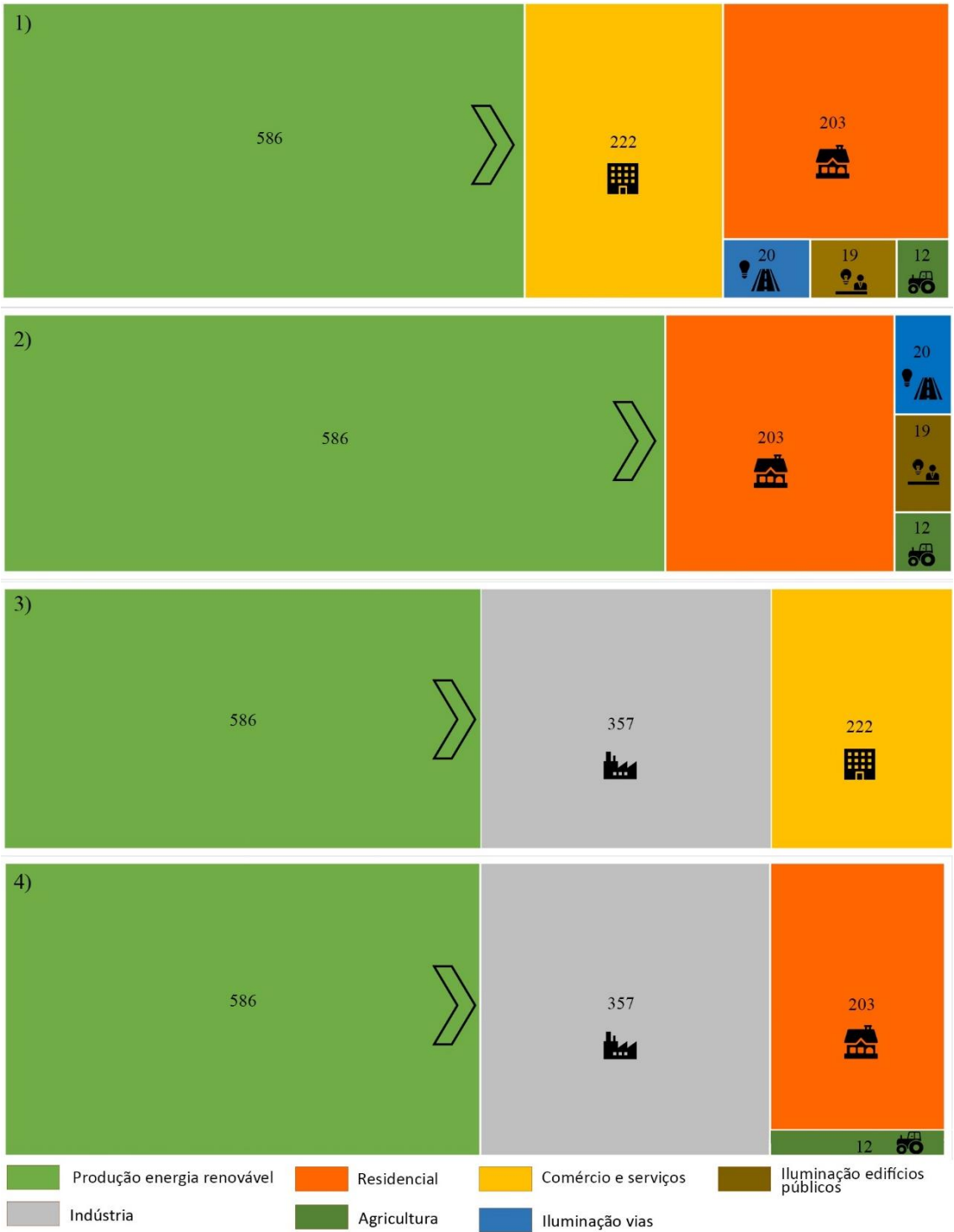


Figura 95: Combinações de balanço energético por tipo (valores de consumo e produção em GWh)

A Figura 95 permite equacionar um conjunto de estratégias que visam o reforço da eficiência energética à escala do município, intervindo nos domínios da localização espacial de actividades para criar células de consumo de energia mais equilibradas e

concentradas, e da definição de programas específicos, para a redução dos consumos no edificado. Neste sentido, considera-se que uma implementação adequada do modelo “Loures *Net-Zero*”, no que se refere à redução dos consumos de energia, deverá ter em consideração as seguintes linhas orientadoras:

- Definir critérios de localização e de distribuição de actividades com base em combinações de usos do território que possam ser ligadas às *SmartGrid's* e abastecidas através da energia renovável produzida localmente no concelho;
- Criação de polos económicos, constituídos por espaços de indústria e serviços, que tendo em consideração o horário laboral e respectivos padrões de consumo concentrados durante o período diurno de funcionamento, possam ser abastecidos por energia solar instalada nas coberturas, e outros recursos que se encontrem nas suas proximidades;
- Criar polos mistos de residência e serviços, compactando e consolidando as formas edificadas através de acções de reabilitação, regeneração e reconversão urbana;
- Programar a ocupação dos vazios urbanos de acordo com regras de planeamento bioclimático para proporcionar a melhoria do desempenho energético da envolvente;
- Definir programas específicos para o reforço da eficiência energética no sector residencial, de acordo com a natureza específica do lugar, seja no caso das áreas urbanas, suburbanas ou dos aglomerados nas áreas rurais;
- Estabelecer normas para o reforço da eficiência energética no sector dos edifícios públicos e da iluminação;

Estas orientações permitem entender o papel que o planeamento municipal pode desempenhar nos domínios não só da produção de energia renovável, bem como da criação de condições estruturantes, que justifiquem a integração de redes inteligentes e promovam o uso eficiente da energia.

A questão dos programas de reforço da eficiência energética no edificado e iluminação não é algo de novo, no entanto, esta preocupação deve ser enquadrada com maior rigor no âmbito do PDM e no seu regulamento. Para isso considera-se adequado sistematizar os parâmetros e factores específicos que determinam o desempenho positivo ou negativo do edificado, esperando-se assim conseguir uma visão mais integrada para o planeamento futuro dos aglomerados no concelho.

Tabela 35: Parâmetros de referência para aglomerados energeticamente eficientes

Dimensão	Densidade	Vazios Cheios	Ocupação	anual	Consumo estimado por período
				mensal	
	Usos	Habitação Comércio Serviços Equipamento Indústria Misto	Utilização	diária	Consumo estimado por sector
				annual	
			mensal		
				diária	
Forma	Orientação	Lote Vias Fachadas Vãos envidraçados Cobertura	Radiação solar	Ganhos térmicos estimados	
			Ventos predominantes	Potencial de produção de energia renovável estimado	
Energia	Produção	Autoconsumo	Smart meters	Poupança de energia estimada	
		Armazenamento		Potencial de produção de energia renovável estimado	
		Venda à rede			
	Consumo	Aquecimento		Consumo de energia por tipo de utilização	
Arrefecimento					
		Iluminação			
		Equipamentos			
Materiais	Desempenho energético	Isolamento	Ganhos térmicos estimados		
		Paredes			
		Portas e janelas			
		Pavimentos			
		Cobertura			

Por outro lado, a abordagem de “zonamento energético”, com estabelecimento de regras para a definição de usos do solo calibrados de acordo com o potencial de produção e consumo de energia existentes e previstos, oferece um novo tipo de articulação e complementaridade entre o PDM e os planos para a sua execução. É neste sentido que se considera extremamente relevante utilizar Loures como caso de estudo: uma realidade directamente quantificável e qualificável e que pode ser testada em termos de cenários futuros. Neste enquadramento, é possível entender que a implementação de novos parques eólicos, ligados de forma viável à rede MT existente, representa uma es-

tratégia relevante para aumentar a quantidade de energia renovável produzida localmente. Mas, ao equacionar as expansões futuras dos parques eólicos, é necessário estudar como preservar os valores paisagísticos, sociais e ecológicos e, simultaneamente, entender como otimizar os fluxos de energia no sistema eléctrico municipal. Este exemplo é apenas uma das preocupações que devem ser tidas em conta na elaboração do sistema de produção de energia renovável no futuro. De facto, é a antevisão do futuro modelo de produção de energia renovável que remete para a necessidade de formular cenários, que permitam concretizar a definição de pressupostos de desenvolvimento energético sustentável.

O primeiro cenário que se formula assenta no reforço das unidades de produção de energia renovável existentes de acordo com lógicas de expansão controlada e sustentável, isto é, ampliar os parques eólicos sendo estes uma situação que, como se analisou anteriormente, não proporciona impactos relevantes e aumentar as áreas de painéis fotovoltaicos nas coberturas e áreas envolventes do MARL.

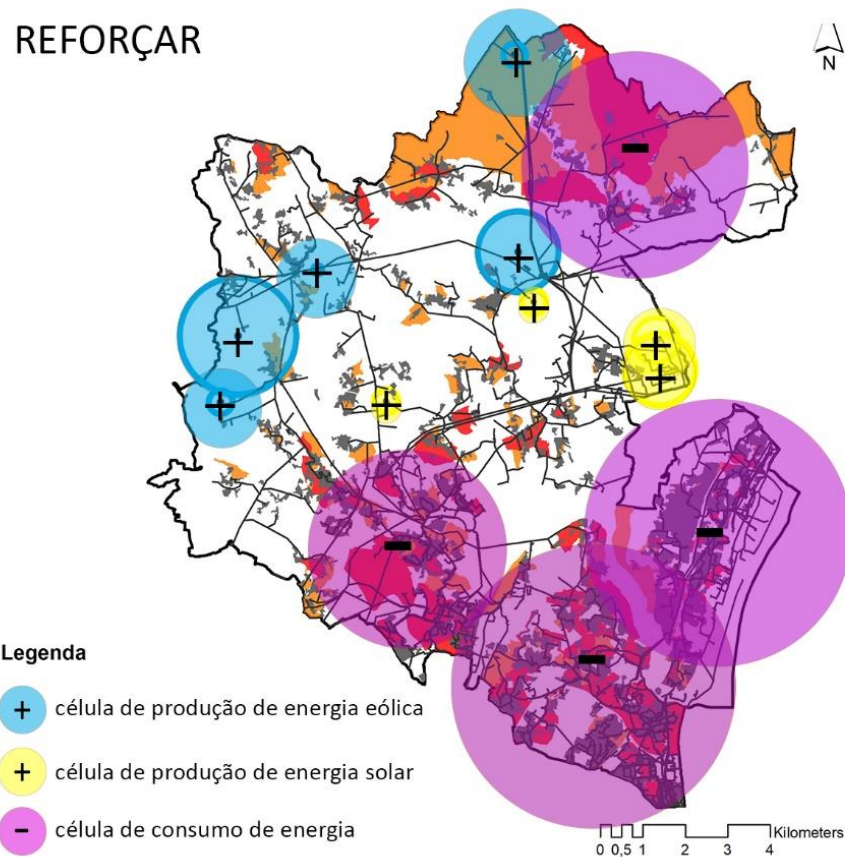


Figura 96: Cenário REFORÇAR | Parques eólicos e MARL solar

Em linha com os resultados positivos obtidos através do projecto do MARL, a utilização das coberturas das indústrias e outros edifícios pavilhonares existentes no concelho permite expandir este tipo de abordagem. Neste sentido, o cenário COMPLEMENTAR | COBERTURAS SOLARES promove a instalação de painéis fotovoltaicos em todas as superfícies dos edifícios industriais e da administração pública que apresentem grandes dimensões e níveis de exposição solar adequadas, para garantir viabilidade e eficácia aos sistemas de produção (Figura 97).



Figura 97: Cenário COMPLEMENTAR | Coberturas solares

Prosseguindo a estratégia que visa complementar as fontes de energia renovável existentes, o potencial de biomassa avaliado anteriormente permite formular o cenário COMPLEMENTAR | BIOENERGIA EM SINERGIA (Figura 98).

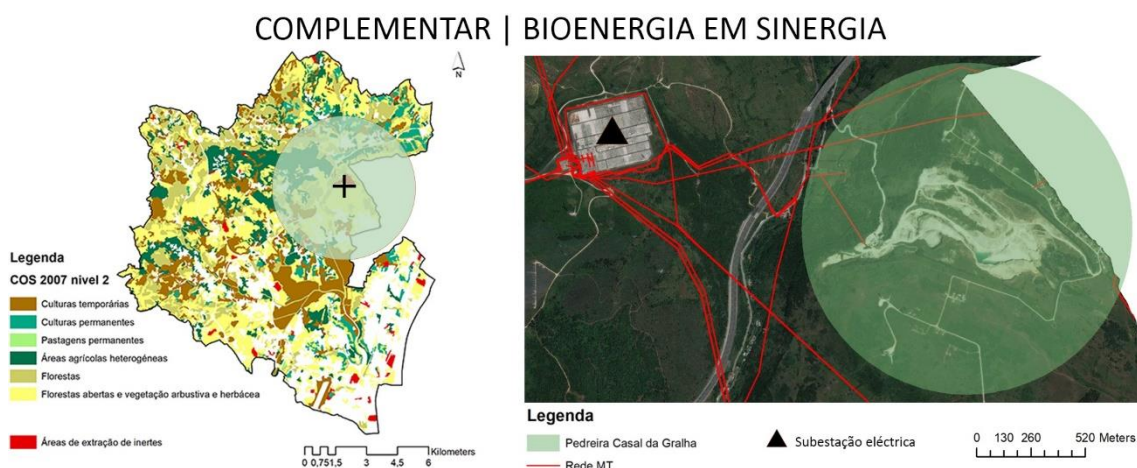


Figura 98: Cenário COMPLEMENTAR | Bioenergia em sinergia

Este cenário cria as condições para activar mecanismos de recolha de matéria-prima, em sinergia com os municípios existentes, planeando a instalação de uma central de biomassa nas áreas já inativas da pedreira do Casal da Gralha. Como se pode observar na Figura 98, a localização que se propõe prende-se com condições adequadas para

este tipo de infra-estrutura, nomeadamente: a proximidade à linha de MT e à subestação eléctrica do concelho, a acessibilidade à rede viária estruturante, a posição estratégica em termos de logística para a recolha de matéria prima, seja no âmbito do próprio território de Loures bem como os municípios envolventes, a localização em uma área de baixa densidade, longe de edificações, a disponibilidade de áreas para o armazenamento de biomassa.

O potencial de mini-hídrica em Loures, apresenta um cenário que na realidade não tem capacidade de complementar o actual sistema de produção de energia limpa. No entanto, a proposta de avaliar a instalação de uma ou duas centrais de fio-de-água considera-se uma forma de valorizar este recurso endógeno (Figura 99).

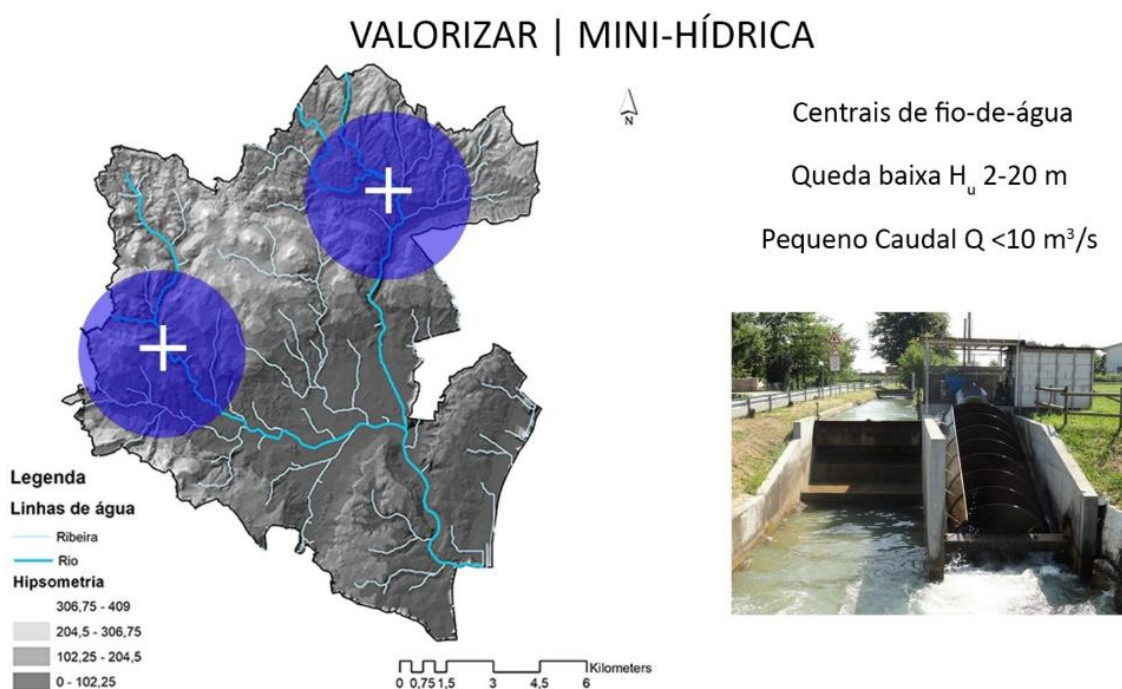
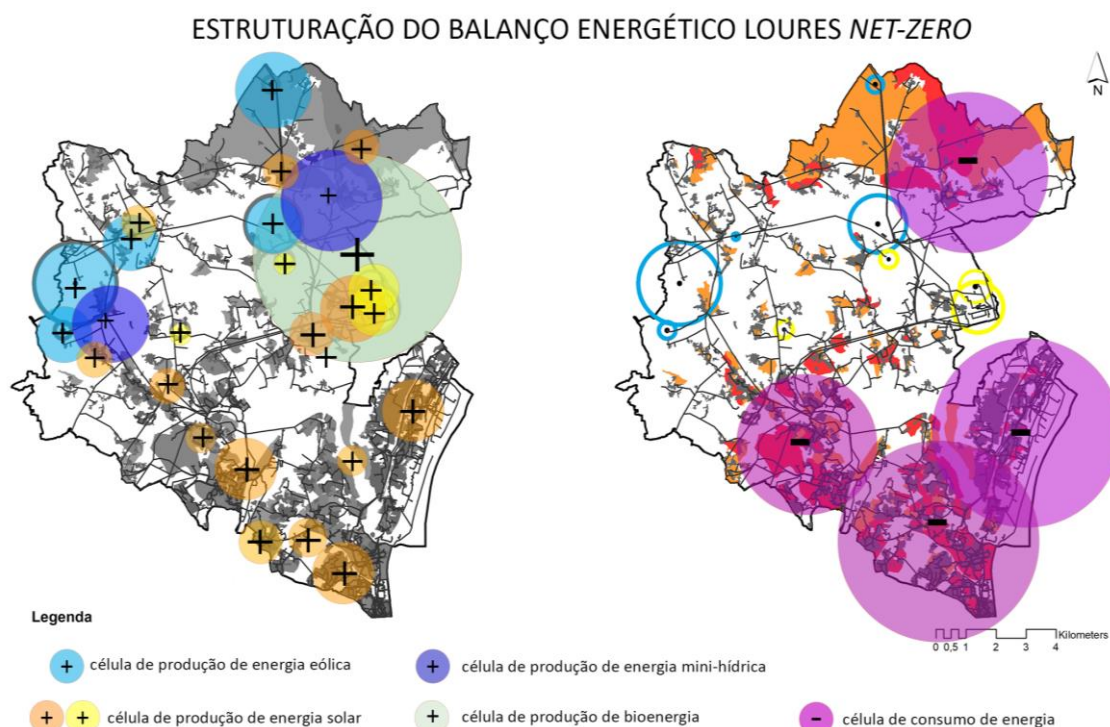


Figura 99: Cenário VALORIZAR | Mini-Hídrica

A conjugação dos cenários parciais REFORÇAR, COMPLEMENTAR E VALORIZAR, com o programa de orientações para o reforço da eficiência energética dos aglomerados, permite delinear o cenário de estruturação do balanço energético Loures “*Net-Zero*” (Figura 100). Este modelo de desenvolvimento energético corresponde a uma síntese prospectiva do que se pode preconizar para o Concelho de Loures num horizonte futuro de baixo carbono. Tratando-se de um esquema, não poderá obviamente retrair ao detalhe todos as componentes e condicionantes que estão na base do seu desenvolvimento, até porque Loures *Net-Zero* pode suceder se se concretizarem determinados

investimentos de média ou larga escala, quer no campo da energia renovável, quer no campo da redução dos consumos à escala dos aglomerados.



A definição de eixos estratégicos específicos, que suportem e orientem a construção do modelo “Loures *Net-Zero*”, torna-se uma etapa de programação essencial para alcançar os seus objectivos de forma sustentável. Neste sentido, formulam-se 5 eixos estratégicos que suportam a estruturação do território em células energéticas POSITIVAS – excesso de produção de energia (+) e NEGATIVAS – excesso de consumos de energia (-) (Figura 101).

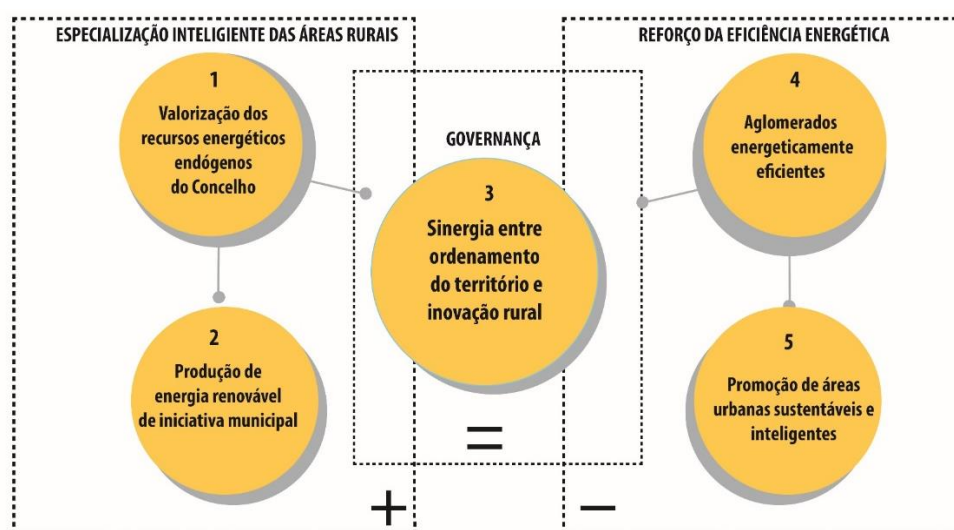


Figura 101: Sistematização dos 5 eixos estratégicos para a delimitação energética de células (+) e (-)

As linhas definidoras destes cinco eixos alicerçam-se em três pilares: a especialização inteligente das áreas rurais (1 e 2), a governança (3) e reforço da eficiência energética (4 e 5). Assim sendo, a Tabela 36 descreve os 5 eixos estratégicos (EE) e as respectivas linhas de acção.

Tabela 36: 5 eixos estratégicos do modelo “Loures Net-Zero”

EE 1	Valorização dos recursos energéticos endógenos do Concelho
<i>Linha de acção</i>	Planeamento integrado dos recursos naturais endógenos

A diversidade de recursos endógenos naturais, que caracteriza o Concelho de Loures, representa uma oportunidade para promover a implementação de fontes de energia renovável, em particular aquelas localizadas nas áreas rurais. Para o aproveitamento dos recursos energéticos endógenos, o planeamento municipal contribui com o desenho de um Rural Inteligente, do ponto de vista energético suportado por IGTs. Neste quadro, o conceito de planeamento integrado prende-se com a implementação da capacidade de produção de energia renovável numa lógica de aproveitamento equilibrado e sustentável. Deve-se evitar a concorrência entre solos para a produção alimentar e solos para a produção energética, sendo imperativo definir linhas de orientação para o planeamento e gestão do uso do solo rural, capazes de promover a localização de pólos de produção de energia renovável de forma sustentável. Neste sentido, a auto-suficiência no sector agro-alimentar deve ser considerada cada vez mais como uma questão transversal. A interligação com a produção de energia renovável e de matéria-prima assente em culturas energéticas deve ocorrer no âmbito de um processo de utilização sustentável do espaço, que não ameace o sistema alimentar e promova a redução das emissões de CO₂. A instalação de centrais fotovoltaicas no solo deve ser equacionada e limitada a áreas sem aptidão agrícola nem valores naturais associados. O potencial de mini-hídrica deve ser explorado em linha com a elaboração de um estudo da rede hidrográfica do concelho.

EE 2	Produção de energia renovável de iniciativa municipal
<i>Linha de acção</i>	Dinamização de clusters de produção de energia renovável e <i>smart grids</i> municipais

O conceito de cluster municipal de produção de energia municipal prende-se com a adaptação do modelo Porter⁸⁵, promovendo a delimitação de áreas do domínio público para a de produção energia renovável de iniciativa municipal. Esta perspectiva posiciona-se de forma complementar em relação ao ordenamento do território, incidindo sobre a gestão de solo público que apresente potencial de produção, através de estratégias associadas ao envolvimento de empresas inter-relacionadas, que competem, mas também colaboram no âmbito de determinado sector. No cerne deste eixo estratégico está o factor económico suportado por um quadro que articula o planeamento municipal e a criação de emprego e receitas, garantidas pela produção de energia renovável. Em simultâneo, a possibilidade de utilizar a energia produzida para abastecer edifícios públicos ou áreas do concelho que se encontrem próximos das unidades de produção, conduzem à potencialidade de redes energéticas inteligentes municipais de acordo com uma lógica de sistema auto e eco-sustentado. Neste enquadramento, é de destacar que a introdução de sensores e contadores inteligentes, ao monitorizarem o estado da rede em tempo real e em toda a sua extensão integram-se, constituindo um instrumento de planeamento municipal, capaz de recolher e disponibilizar a informação, de forma a suportar a avaliação dos padrões de consumo de energia e planear territórios energeticamente mais eficientes.

⁸⁵ A abordagem de “cluster”, baseada no conceito de “concentração geográfica num particular núcleo de território de empresas inter-relacionadas e instituições correlatas tais como entidades públicas, universidades ou associações empresariais que competem mas também colaboram no âmbito de determinado sector” Porter (2000:15), constitui um discurso de desenvolvimento territorial e económico particularmente relevante para a realidade portuguesa.

EE 3	Sinergia entre ordenamento do território e inovação rural
<i>Linha de acção</i>	Promoção e dinamização do Rural Inteligente

O potencial de inovação rural que decorre do modelo “Loures Net-Zero”, sustenta-se no reconhecimento da especialização inteligente das áreas rurais do concelho, relacionada com os pilares que suportam a Economia Verde e de Baixo Carbono. Esta estratégia é concretizada através da dinamização do aproveitamento das diferentes fontes de energia renovável disponíveis nas áreas rurais, quando integradas num modelo de ordenamento do território equilibrado e orientado pelo respeito dos princípios da sustentabilidade. De facto, os objectivos do PDM devem passar por traduzir a visão e as estratégias preconizadas, bem como as aspirações do município, que deverão servir para a estruturação do modelo “Loures Net-Zero”, quer na sua vertente urbanística, dirigida à forma e características do espaço construído, quer na sua vertente de ordenamento do território, relacionada com as regras de ocupação e uso do solo, e os respectivos projectos a executar. Neste sentido, a implementação das energias renováveis, prende-se com a aplicação do método do zonamento para a qualificação das diferentes categorias de uso do solo destinadas à ocupação por infra-estruturas de produção de energia através de fontes renováveis como parques eólicos, parques solares, centrais de biomassa e mini-hídricas. Importa, pois, que este planeamento municipal possibilite a utilização dos recursos energéticos endógenos, de forma a não provocar impactos negativos sobre o ambiente e não pôr em perigo a segurança e a saúde das pessoas. A definição de uma carta de ordenamento que defina as áreas destinadas à implementação de unidades de produção de energia renovável, permitirá visualizar num ambiente SIG interactivo, as oportunidades de investimento nestes projectos de forma intuitiva e rápida, atraindo potenciais stakeholders. O desenvolvimento deste modelo cria as condições para que possam ser evitados os impactos negativos no território, e ao mesmo tempo, promove a inovação e competitividade do concelho com base em mecanismos de financiamento públicos e ou privados.

EE 4	Aglomerados energeticamente eficientes
<i>Linha de acção</i>	Criação de programas de eficiência energética para a baixa densidade

O modelo de Rural Inteligente, no que se refere aos aglomerados localizados nas áreas rurais, assenta no objectivo de melhorar o desempenho energético do edificado e a qualidade de vida das populações que vivem nestes territórios. Este desígnio prende-se com áreas de intervenção específicas, que têm em consideração os consumos de energia reduzidos que caracterizam os territórios de baixa densidade. Assim, a implementação das fontes de energia renovável constitui um vector eficaz para satisfazer os padrões de consumo à escala local e, ao mesmo tempo, criar emprego e reforçar a competitividade, sustentabilidade e inovação. Por outro lado, o reforço da eficiência energética nestes aglomerados representa uma oportunidade para aumentar sensivelmente a qualidade e conforto de edifícios, que apresentam em geral pior desempenho devido às suas características arquitectónicas e idade de construção. Neste quadro, as áreas de intervenção abrangem diferentes escalas espaciais: da procura de um equilíbrio entre a capacidade de densificação à regulação da expansão dos aglomerados, tendo em conta o potencial de produção de energia renovável e os consumos existentes e previstos; da reabilitação energética do parque edificado à valorização das características bioclimáticas intrínsecas da arquitectura vernacular e tradicional do concelho.

EE 5	Promoção de áreas urbanas sustentáveis e inteligentes
<i>Linha de acção</i>	Integração da energia solar & smart grids e reforço da eficiência energética

A necessidade de alcançar um modelo de desenvolvimento energético mais sustentável do concelho conduz a que o planeamento municipal possa contribuir para tornar as áreas urbanas o mais sustentáveis e inteligentes possível, em linha com o que for alcançado para os aglomerados rurais. O modelo “Loures Net-Zero” traduz este desafio na criação das condições que permitam integrar a energia solar e as smart grids nas áreas urbanas. Esta abordagem pretende contribuir para que o desempenho energético nas áreas urbanas seja suportado por soluções inovadoras nas áreas da produção fotovoltaica de energia eléctrica, e a sua gestão e optimização à escala local do bairro ou do quarteirão por meio de smart grids. A prossecução desta estratégia apoia-se no planeamento solar para o desenho das novas expansões e a definição de métricas que permitam o acesso solar e a articulação com as entidades gestoras das redes. O elevado desempenho energético é condizente com os modelos de cidades sustentáveis existentes, onde a criatividade se prevê e desenha em resultado de abordagens e processos experimentais. A utilização eficiente da energia, bem como, a valorização do seu “não uso”, são requisitos essenciais para a implementação de um modelo que se pretende equilibrado. Estes requisitos tornam a eficiência energética um ponto marcante da agenda política e social do concelho. A eficiência energética nas áreas urbanas deve abranger diferentes escalas e níveis de intervenção: da transmissão e transporte da energia à sua utilização e gestão no sector da habitação, agricultura, indústria e edifícios públicos. Importa prosseguir um modelo de desenvolvimento energético, reequacionando o estado actual da integração da eficiência energética no âmbito do planeamento à escala local. Citam-se como domínios relevantes para o desenvolvimento do concelho: a aposta em Internet of Things nos edifícios públicos, a aplicação das tecnologias inteligentes e das TIC’s no sector da energia, a integração dos princípios dos Edifícios N-ZEB no regulamento municipal.

O cenário *Net-Zero* procurou sintetizar os eixos estratégicos por células positivas e negativas existentes ou potenciais, e estabelecer as ligações necessárias para que o “sistema urbano-rural energeticamente equilibrado” funcione da forma mais íntegra e uniforme possível. É também de referir que este cenário coloca a necessidade de criar condições para atrair investimentos públicos e privados, que permitam executar as infra-estruturas energéticas e elaborar programas específicos para fomentar intervenções de reabilitação energética do edificado de média ou mesmo pequena escala.

A concretização prática do modelo assenta no processo de planeamento energético sustentável e nos mecanismos de implementação, preconizados no modelo teórico, articulando-se assim a vertente tradicional do PDM com a vertente complementar do *SMART RURAL*.

5.3 Arraiolos *Net-Zero*: ANÁLISE - SÍNTESE – MODELO

O segundo caso de estudo que se apresenta é o Município de Arraiolos, caracterizado por um modelo de ocupação do território predominantemente rural e um PDM

que se encontra actualmente em fase de revisão. Esta etapa da investigação enquadra-se no percurso de tipo lógico-incremental, que mantém a referência aos principais pressupostos conceituais e metodológicos definidos no modelo teórico, acrescentando os conhecimentos adquiridos no âmbito do estudo desenvolvido sobre Loures.

É também de referir, que o caso de Arraiolos decorre da colaboração com a empresa THE USE CONCEPT, adjudicatária pela revisão do PDM, facto este que representou uma oportunidade para aplicar o modelo *SMART RURAL* a um caso relacionado directamente com a prática profissional, envolvendo entidades municipais responsáveis pelos processos de planeamento.

5.3.1 Enquadramento e objectivos

O objectivo do caso de estudo de Arraiolos é desenvolver um processo de análise, concepção e proposta de modelo para a estruturação do balanço energético num município que pode ser considerado como uma “folha em branco”, ou seja, onde as fontes de energia renovável e a eficiência energética constituem dois objectivos estratégicos delineados pela autarquia, a planear e implementar de raiz⁸⁶ no território. Neste sentido, o Concelho de Arraiolos pode ser definido como um cenário ZERO, facto este que assume particular relevância para testar as perspectivas de desenvolvimento energético sustentável desejadas e realmente concretizáveis.

Localizado na sub-região do Alentejo Central (NUTIII), Arraiolos é um concelho do interior do País que pelas características físicas, baixas densidades populacionais, dimensão e estrutura dos aglomerados e perfil económico e social demonstra um cariz marcadamente rural (Figura 102).

⁸⁶ Neste âmbito é de referir que o Concelho de Arraiolos já desenvolveu uma iniciativa pública que promove a eficiência energética com a reconversão do sistema de iluminação pública para a tecnologia LED, sendo pioneiro em projectos desta natureza à escala urbana.

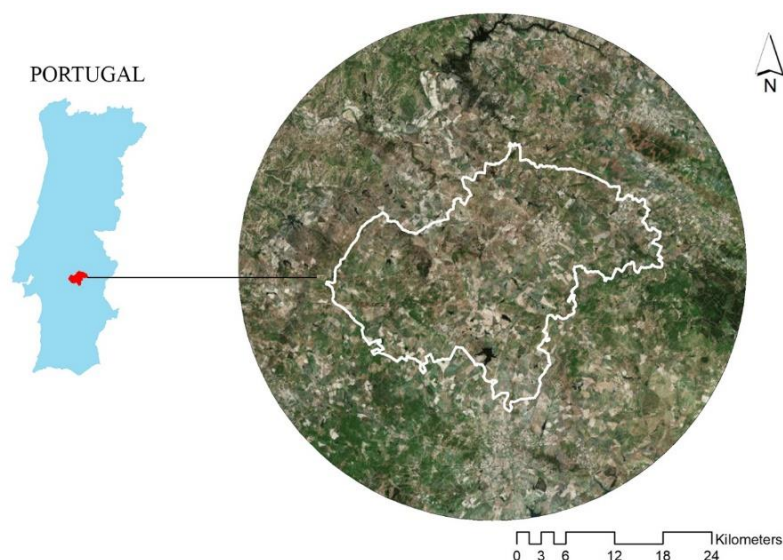


Figura 102: Localização do Município de Arraiolos

Ocupando uma área de 683 Km² e possuindo uma população residente de 7.616 habitantes, Arraiolos distingue-se pela homogeneidade do seu território, onde são significativas as áreas agrícolas, aparecendo pontualmente os povoamentos agro-florestais e os territórios artificializados que correspondem às áreas industriais, aos aglomerados rurais e centros urbanos de maiores dimensões (Figura 103).

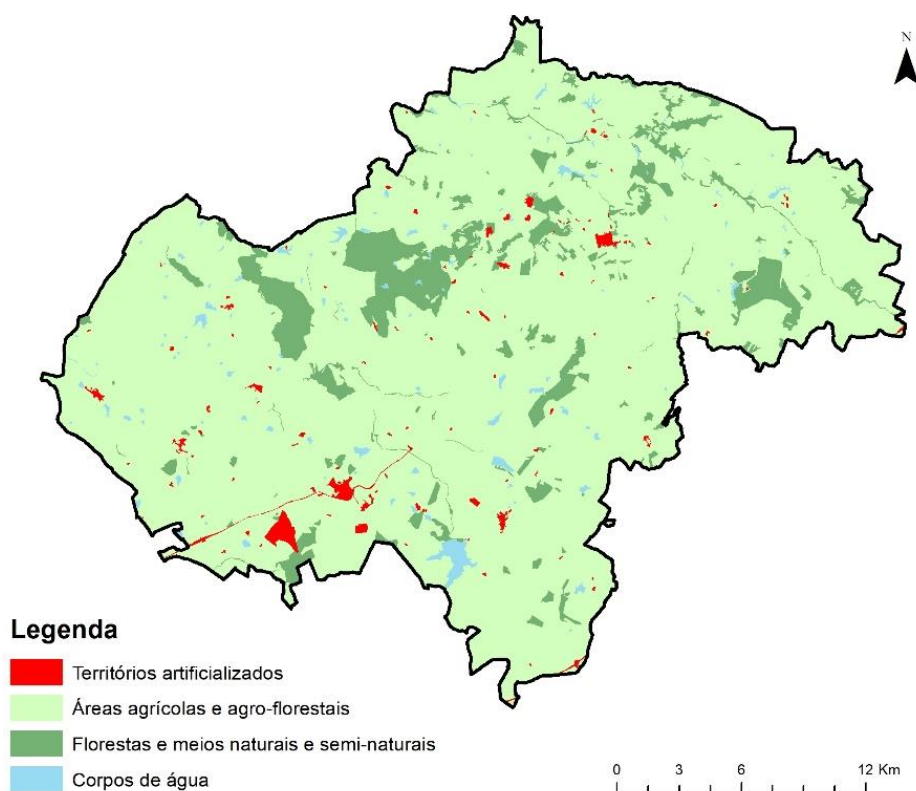


Figura 103: Padrões de uso e ocupação do solo do Concelho de Arraiolos
Fonte: imagem elaborada com base na COS2007, nível 1

Em termos de ocupação urbana destaca-se o aglomerado de Arraiolos, o qual desempenha um papel de centralidade no concelho, não apenas enquanto centro urbano com maior dimensão, mas também como polo de atractividade económica, decorrente sobretudo das vantagens da sua localização face aos principais eixos de comunicação. Os restantes núcleos urbanos surgem de forma dispersa, determinando um modelo territorial global que pode ser classificado como de baixa densidade. A forte componente de actividades ligadas à agricultura e silvicultura, com relevo para as culturas de sequeiro, os montados de azinho e de sobro, culturas horto-industriais e as oleaginosas na zona de regadio constituem o principal vector de desenvolvimento económico do concelho. Neste âmbito, é também de referir a componente igualmente significativa de actividade industrial⁸⁷ e a dinâmica económica mais heterogénea e com menor incidência do comércio e serviços.

Tendo em conta esta concisa descrição da situação de referência, os objectivos estratégicos de desenvolvimento definidos pela deliberação camarária para o processo de revisão do PDM preconizam o Concelho de Arraiolos como: 1. território privilegiado no contexto mundial para viver; 2. território de iniciativa e inovação; 3. território de forte identidade local e valores; 4. “Capital do Tapete” e 5. território sustentável. Os objectivos operacionais que estão directamente e indirectamente, na base da estratégia de desenvolvimento energético pretendida para o município e, por sua vez, que têm de ser articulados com o modelo *SMART RURAL*, são assim os sintetizados na Figura 104.

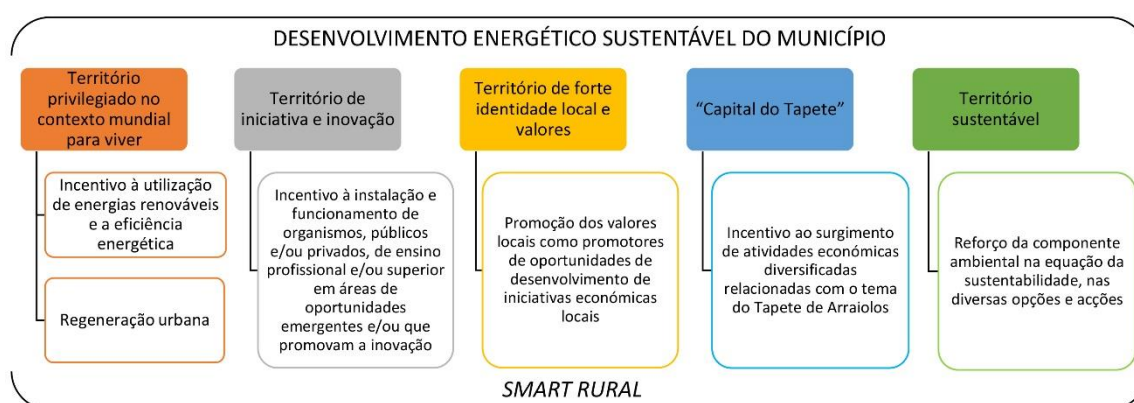


Figura 104: Objectivos operacionais de matriz energética para a revisão do PDM de Arraiolos

⁸⁷ Em particular, a indústria do tapete constitui uma área de especialização própria do concelho, com relevância também aos níveis da cultura e da tradição local.

Neste enquadramento, o caso de estudo de Arraiolos apresenta uma abordagem que visa responder à determinação da autarquia de construir um modelo territorial que valorize as fontes de energia renováveis e o reforço da eficiência energética, numa lógica de competitividade, inovação e sustentabilidade. O papel estruturante que o modelo *SMART RURAL* transporta para o processo de revisão do PDM, assenta na construção de uma abordagem e metodologias próprias, que incorporem as preocupações das entidades, se adequem aos actuais desafios territoriais e tornem clara a sua pertinência e exequibilidade. É neste sentido que se apresentam, a seguir, as fases e os procedimentos metodológicos que foram desenvolvidos no que concerne o domínio da energia e, mais concretamente, da estruturação do balanço energético para o futuro Arraiolos *Net-Zero*.

5.3.2 Avaliação da eficiência energética

O processo de avaliação da eficiência energética foi o primeiro estudo a ser desenvolvido. Reúne as etapas de caracterização e diagnóstico dos consumos de energia à escala do município, que irão sustentar a definição da estratégia de minimização da procura de energia a adoptar. Este quadro implica, desde logo, enquadrar a eficiência energética no âmbito das orientações dos IGT em vigor, bem como dos documentos estratégicos com incidência nas diferentes escalas espaciais.

De acordo com os objectivos da política energética, definidos pela Estratégia Nacional para a Energia 2020 (ENE 2020), a promoção integrada da eficiência energética constitui uma prioridade para reduzir os consumos de energia primária em 25% até 2020 (Presidência do Conselho de Ministros, 2010). Neste âmbito, as estratégias para o território devem orientar-se nos domínios da eficiência energética aos vários níveis e escalas, não descartando a preocupação na redução das emissões de CO₂. De acordo com o Programa Nacional para as Alterações Climáticas - PNAC 2006⁸⁸, as formas mais rentáveis de controlar as emissões de GEE prendem-se com a adopção de políticas e medidas em vários sectores, entre os quais se destacam os que têm maior relevância à escala do PDM: 1. produção de electricidade a partir de fontes de energia renovável, 2. melhoria

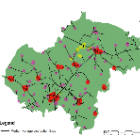
⁸⁸ Considerou-se o PNAC 2006 aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º104/2006, e as novas metas adicionais aprovadas pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 1/2008, sendo que o PNAC para o período 2013-2020 se encontra ainda em desenvolvimento.

da eficiência energética dos edifícios e 3. introdução dos biocombustíveis nos transportes. De forma convergente, a melhoria substancial na eficiência energética prende-se com a execução das medidas previstas pelo Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética - PNAEE 2016, nas seguintes seis áreas específicas: Transportes, Residência e Serviços, Indústria, Estado, Comportamentos e Agricultura (Presidência do Conselho de Ministros, 2013). Ainda no âmbito do enquadramento legislativo, salienta-se o Plano Regional de Ordenamento do Território do Alentejo - PROT-A, que integra a promoção da eficiência energética à escala regional e local, com base na sensibilização das instituições, empresas e população em geral para garantir, por um lado, a implementação de padrões de consumo energético eficiente e, por outro, a melhoria do desempenho das infra-estruturas e dos edifícios (Presidência do Conselho de Ministros, 2010). De acordo com o PROT-A, a administração central e local devem estimular, pelos diversos meios ao seu alcance, a adopção de metodologias que promovam a eficiência energética e a diversificação das fontes de energia, em todas as intervenções sobre o território.

Perante este quadro, pode-se afirmar que a questão da eficiência energética tem que ser cada vez mais enquadrada num contexto global, tendo em conta que a sua operacionalização se traduz em acções à escala local. Assim sendo, a etapa de avaliação da eficiência energética no contexto da revisão do PDM de Arraiolos, desempenha um papel fundamental em termos estratégicos para reforçar e promover a minimização dos consumos de energia no concelho e garantir os pressupostos para a emergência e afirmação da competitividade territorial relacionada com o desenvolvimento energético sustentável. São estes entendimentos que permitiram dirigir o processo de análise e diagnóstico para os factores de reforço da eficiência energética que são determinantes na construção do modelo Arraiolos *Net-Zero*.

Tendo em conta o objectivo de redução dos consumos de energia, a metodologia adoptada assentou numa abordagem *top-down* de avaliação quantitativa e qualitativa dos padrões de desempenho energético do concelho. A Tabela 37 sintetiza as principais etapas da metodologia, descrevendo os métodos e ferramentas adoptadas, bem como os resultados alcançados.

Tabela 37: Metodologia para a avaliação da eficiência energética do Concelho de Arraiolos

Etapa	Descrição	Resultados
1. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS PADRÕES DE CONSUMO DE ENERGIAS	As tendências dos consumos de electricidade à escala municipal são analisadas através do tratamento de vários tipos de dados estatísticos. Os resultados são expressos num conjunto de gráficos que permitem interpretar quantitativamente quais os sectores onde há pior desempenho e quais os aspectos sociais e económicos que influenciam estes domínios.	Diagramas e gráficos 
2. ZONAMENTO ENERGÉTICO INTEGRADO	O zonamento energético integrado assenta na delimitação das células do território com maior consumo de energia eléctrica. Este método desenvolve-se em SIG, utilizando a base cartográfica COS2007 em vários níveis, os dados da BGRI e a informação vectorial fornecida pelas várias entidades envolvidas. Os resultados são expressos num conjunto de mapas que permitem entender a coerência espacial e funcional entre as várias partes do modelo territorial e, entre estas e as infra-estruturas energéticas e respectivas redes.	Mapas 
3. ANÁLISE MORFO-ENERGÉTICA DOS AGLOMERADOS	Esta análise prende-se com a identificação dos padrões de morfologia urbana com pior desempenho, em directa articulação com os factores bioclimáticos locais e os parâmetros morfológicos próprios do ambiente construído. Os resultados são expressos num conjunto de mapas e diagramas elaborados integrando SIG e BIM, que permitem entender que morfologias têm o maior consumo de electricidade e investigar os parâmetros para orientar de forma equilibrada e coerente, as intervenções de reabilitação energética e a nova expansão urbana.	Mapas e diagramas 
4. ANÁLISE ESTATÍSTICO-ESPACIAL DOS PARÂMETROS FÍSICOS DOS EDIFÍCIOS	Esta análise classifica os edifícios por freguesia, de acordo com parâmetros físicos como o período de construção e o tipo de materiais e sistema construtivo. O resultado é expresso num conjunto de gráficos que permitem entender o estado geral do desempenho no edificado e avançar com programas de reabilitação energética específicos por cada freguesia.	Gráficos 
5. ANÁLISE ESPACIAL DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS CERTIFICADOS	Esta análise assenta num processo de georreferenciação e mapeamento em SIG, dos edifícios residenciais com certificado energético. O resultado é expresso num mapa geral, acompanhado por alguns diagramas que permite entender o estado dos edifícios residenciais no concelho.	Mapas e diagramas 
6. ANÁLISE DO DESEMPENHO EQUIPAMENTOS PÚBLICOS	A análise apoia-se na elaboração de fichas de caracterização, que enquadram chaves relacionados com o desempenho energético dos equipamentos. O resultado é expresso num base de dados georreferenciados a integrar na plataforma SIG municipal, para programar de forma sistemática as intervenções de reforço da eficiência energética nestes edifícios.	

A **etapa 1**, prende-se com a necessidade de identificar a incidência dos diferentes sectores de actividade que, por um lado, influenciam o actual desempenho energético do concelho e, por outro, apresentam potencialidades e restrições para a promoção da eficiência energética do município. Os resultados desta primeira análise são as bases

para a construção dos mapas relacionais, elaborados no âmbito do zonamento energético integrado da **etapa 2**, que articula os usos do solo, as células do território com consumo de energia e as infra-estruturas e respectivas redes. Tendo presente que o maior consumo de energia se deve aos sectores residencial e terciário, a **etapa 3** desenvolve uma análise do desempenho energético dos aglomerados urbanos a uma escala mais detalhada. Esta fase remete à identificação dos padrões da morfologia urbana e a sua relação com os factores bioclimáticos e as características do ambiente construído, que determinam a eficiência energética do concelho tanto a nível local como global. Para este fim foram utilizadas ferramentas de modelação paramétrica e simulação das condições bioclimáticas, por via das implicações directas e indirectas nas condições de conforto e de salubridade do espaço urbano e dos edifícios, em articulação com análises espaciais realizadas através do uso de SIG, de forma a permitir uma validação da situação actual, não descurando a gestão futura informada e sustentável do concelho. Considerando a diversidade e heterogeneidade do ambiente construído, a **etapa 4** assenta no mapeamento dos edifícios residenciais existentes no concelho com certificado e declarações de conformidade regulamentar do SCE. Por fim, tendo em conta o objectivo de obter um nível de eficiência energética na ordem dos 30% até 2020, nos organismos e serviços da Administração Pública, definido pelo Programa ECO.AP, na **etapa 6** considerou-se importante avaliar o estado actual dos equipamentos públicos existentes no concelho. Para este efeito foi elaborado um modelo de ficha que permite a caracterização detalhada dos equipamentos na perspectiva da eficiência energética, podendo ainda ser utilizada como guia para a implementação de programas e/ou monitorização do desempenho.

➤ **APLICAÇÃO**

Da análise sobre os indicadores de consumo de energia por fonte energética, verifica-se que a energia eléctrica é a fonte principal de energia utilizada no concelho de Arraiolos. Como enquadramento da situação energética actual do concelho, indicam-se na figura seguinte a percentagem de consumidores de energia eléctrica em cada nível de tensão e os respectivos consumos, desagregados por sectores de actividade existentes (DGEG, 2015).

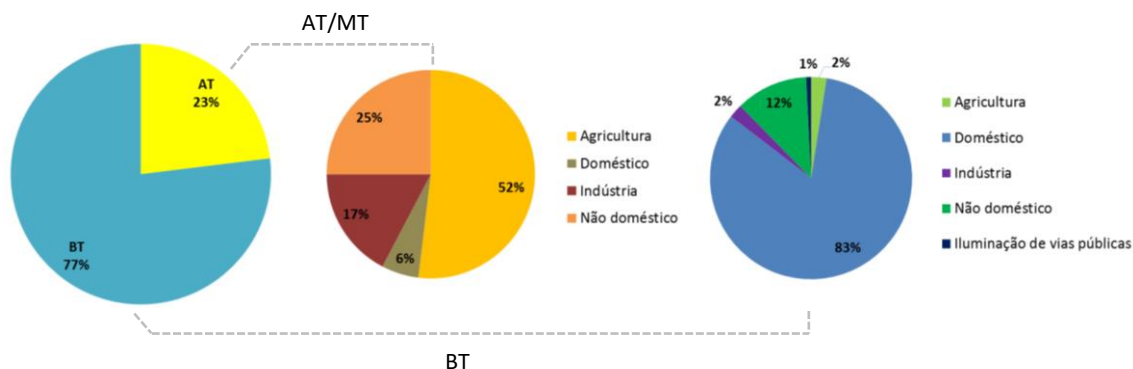


Figura 105: Consumidores de energia eléctrica de cada nível de tensão e respectivos consumos, desagregados por sector de actividade em 2012

Fonte dados: DGEG, (2015)

Relativamente aos dados acima apresentados é de salientar, por um lado, o peso da alta/média tensão relacionado com os sectores da agricultura, não doméstico e indústria e, por outro, a contribuição significativa dos consumidores em baixa tensão que corresponde na quase totalidade ao sector doméstico. Acrescente-se que a rede de energia eléctrica cobre a totalidade do território concelhio e da sua população residente em 98,6% (INE, 2015). Estes números são importantes para entender a configuração actual da rede de energia eléctrica face às dinâmicas económicas e ao modelo de ocupação do território, existentes no concelho.

A empresa EDP, concessionária da rede de distribuição no concelho, assegura o fornecimento de acordo com 2 níveis de tensão, respectivamente MT e BT. O nível de média tensão corresponde às redes de 30 e 15 kV que interligam as linhas de transporte de electricidade da REN com as linhas da EDP. A energia distribuída pela EDP através da rede em MT tem origem na subestação SE 30/15kV Cerâmica localizada em Arraiolos, que por sua vez é alimentada por uma linha 30kV proveniente da subestação SE 60/30/15 kV Caeira, alimentada pelo injector REN Évora. A rede de MT distribui a energia eléctrica no concelho, de forma ramificada, desde a subestação de distribuição em Arraiolos até aos postos de transformação (PT). O conjunto dos PT transformam a energia eléctrica em MT para o nível BT, que é a rede de distribuição que compreende as linhas que alimentam os consumidores domésticos, os ramais, as instalações de iluminação pública e os aparelhos e acessórios afectos à sua exploração. A Figura 106 apresenta a rede eléctrica de serviço público existente e prevista no Concelho de Arraiolos.

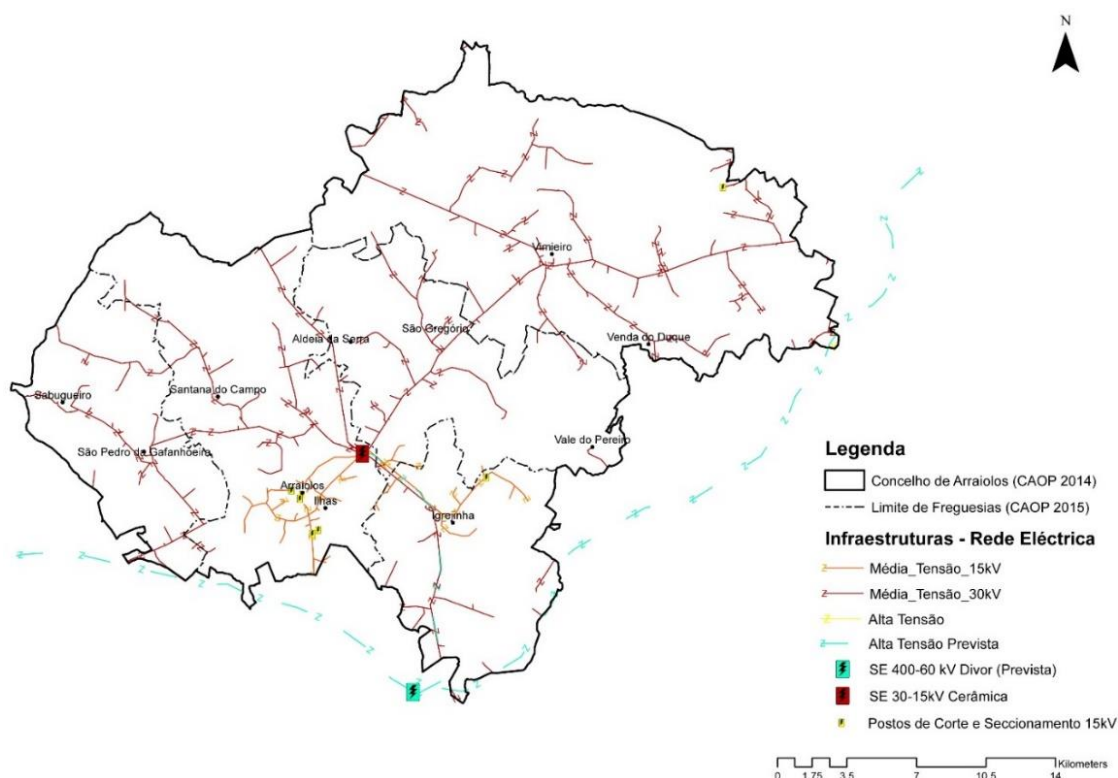


Figura 106: Rede eléctrica de serviço público existente e prevista no Concelho de Arraiolos
Fonte: EDP e REN, (2013)

Globalmente, o consumo de energia final no concelho, em 2012⁸⁹, foi de 26.124 GWh, registando uma taxa de crescimento de +124% calculada para o período entre 1994 e 2012 (DGEG, 2015). Esta situação está inevitavelmente relacionada com vários factores e dinâmicas identificáveis no concelho, nomeadamente, os crescentes níveis de conforto e de qualidade de vida da população e o aumento da intensidade de utilização da energia por parte das actividades económicas.

Por outro lado, o consumo de energia eléctrica atingiu um pico em 2010, apresentando desde então tendências decrescentes que são justificadas pela adopção de comportamentos e equipamentos mais eficientes por parte dos consumidores, pela perda e envelhecimento da população e pelos efeitos da crise económica de 2008. Neste sentido, o gráfico da Figura 107 mostra a evolução do consumo de energia eléctrica em relação à dinâmica demográfica verificada no Concelho de Arraiolos, entre os anos de 1994 e 2012.

⁸⁹ Foi adoptado como período de referência o ano de 2012 em função dos dados definitivos sobre os consumos de energia disponibilizados pela DGEG e pelo INE (última actualização: 09 de Fevereiro de 2015).

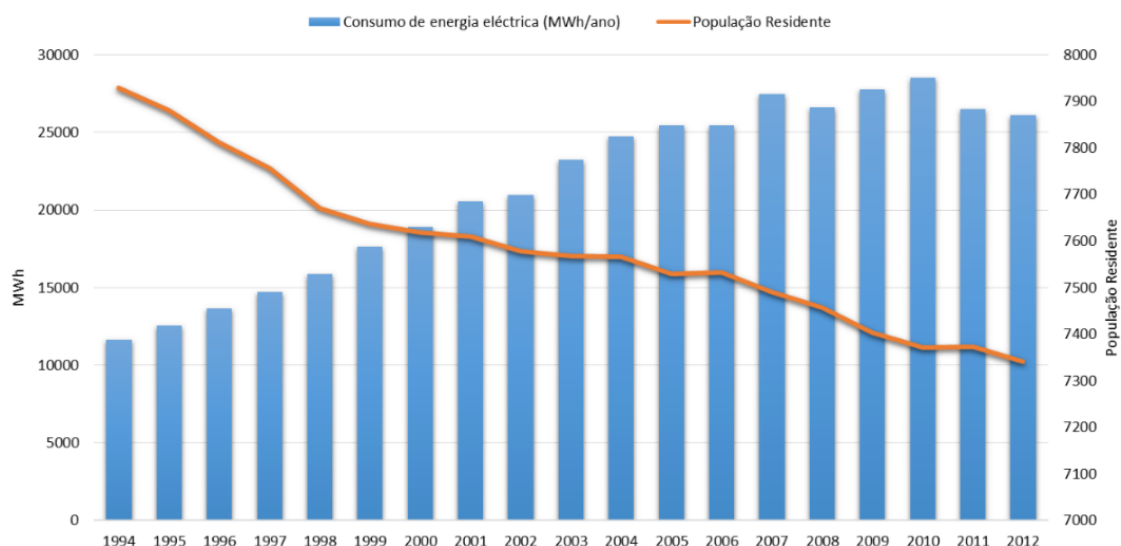


Figura 107: Evolução do consumo de energia eléctrica em relação à população residente no concelho
Fonte dados: INE, (2015)

É possível observar como ao aumento do consumo de energia eléctrica entre 1994 a 2007 correspondeu uma diminuição da população residente, facto esse explicável pelo grande impacto proporcionado pelo aumento na procura de conforto térmico e o crescimento do número de equipamentos eléctricos introduzidos nas habitações (INE, 2011). A inversão da tendência ascendente dos consumos de energia eléctrica verificada a partir de 2010 reflecte, por um lado, as consequências da crise económica de 2008 e da recessão económica de 2009 e, por outro, os efeitos da entrada em vigor das medidas de eficiência energética definidas pelo PNAEE 2008 -2015. O peso que o consumo de energia eléctrica tem vindo a assumir no balanço energético do concelho é demonstrativo do progressivo aumento da procura de energia nos principais sectores de actividade, nomeadamente, doméstico, comércio e serviços, agricultura, indústria e iluminação das vias públicas e dos edifícios do Estado (Figura 108).

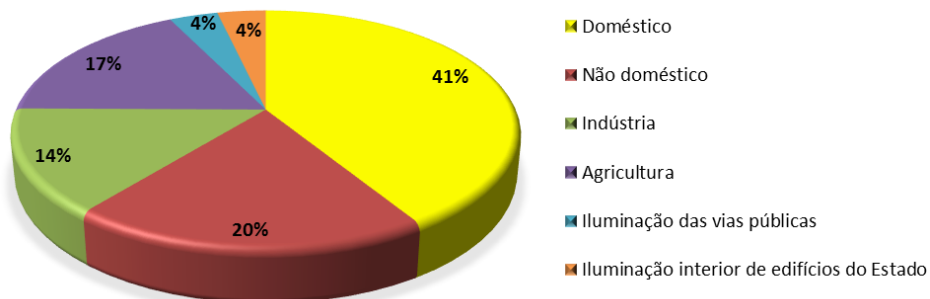


Figura 108: Consumo de Energia Eléctrica por Sector de Actividade em 2012
Fonte dados: INE, (2015)

A Figura 108 põe em evidência o elevado consumo de energia eléctrica do sector doméstico que absorve cerca de 41% do total de energia eléctrica utilizada no concelho. O sector não doméstico apresenta uma parcela muito significativa do consumo (20%), seguido pelo sector da agricultura, que representa 17%. Na Tabela 38 apresenta-se a quantificação detalhada do consumo de energia eléctrica por sector de actividade registado no Concelho de Arraiolos em 2012. A incidência dos principais padrões de desenvolvimento existentes no concelho revela a dimensão territorial associada à produção, transporte, distribuição e utilização da energia eléctrica. Neste contexto é de referir que os aglomerados urbanos, decorrente dos sectores de actividade que aí se localizam⁹⁰, constituem a escala espacial com mais relevância no presente processo de avaliação do desempenho energético do concelho.

Tabela 38: Consumo de energia eléctrica por sector de actividade no concelho em 2012
Fonte dados: DGEG, (2015)

Sector	Total (kWh)
1 - Consumo doméstico	10.738.509
2 - Agricultura, produção animal	4.580.687
3 - Comércio a retalho, excepto automóveis e motociclos	1.848.907
4 - Indústrias alimentares	1.713.921
5 - Iluminação vias públicas e sinalização semafórica	955.642
6 - Administração pública e defesa; segurança social obrigatória	895.562
7 - Outras actividades de serviços pessoais	846.729
8 - Indústria das bebidas	459.921
9 - Captação, tratamento e distribuição de água	417.224
10 - Restauração e similares	410.927
11 - Organizações associativas	405.558
12 - Fabricação de produtos metálicos	330.343
13 - Telecomunicações	315.776
14 - Promoção imobiliária; construção	280.760
15 - Apoio social com alojamento	276.761
16 - Alojamento	274.146
17 - Actividades imobiliárias	242.003
18 - Actividades desportivas, de diversão e recreativas	231.740
19 - Educação	177.436
20 - Outras indústrias extractivas	162.385
21 - Actividades de serviços financeiros	95.081
22 - Armazenagem e actividades auxiliares dos transportes	91.842
23 - Actividades de rádio e de televisão	82.739
24 - Comércio, manutenção e reparação de automóveis e motociclos	72.817
25 - Fabricação de máquinas e de equipamentos	62.359
26 - Actividades especializadas de construção	60.534
27 - Publicidade, estudos de mercado e sondagens de opinião	57.471
28 - Indústrias metalúrgicas de base	55.679
29 - Manutenção de edifícios e jardins	53.663
30 - Fabricação de outros produtos minerais não metálicos	46.750

⁹⁰ Os campos destacados a negrito na Tabela 38 evidenciam os principais sectores de actividades que se concentram nos aglomerados urbanos.

Sector	Total (kWh)
31 - Comércio por grosso, excepto automóveis e motociclos	42.791
32 - Bibliotecas, arquivos e museus	39.373
33 - Indústria do vestuário	31.159
34 - Recolha, tratamento e eliminação de resíduos	29.685
35 - Indústrias da madeira e cortiça	22.664
36 - Actividades de saúde humana	22.316
37 - Extração de petróleo bruto e gás natural	20.015
38 - Fabricação de coque, produtos petrolíferos refinados	13.393
39 - Fabricação de têxteis	7.246
40 - Fabrico de mobiliário e de colchões	374
41 - Actividades auxiliares de serviços financeiros e seguros	144
42 - Consumo próprio ⁹¹	-349.305
Total	26.123.727

Entre os diferentes sectores de actividades presentes nos aglomerados urbanos, os consumos de energia eléctrica nos edifícios residenciais, de comércio e da administração pública constituem um referencial importante na compreensão das interacções que caracterizam o desempenho energético do concelho. Neste sentido, a análise da configuração espacial da rede eléctrica em relação à distribuição dos padrões de consumo⁹² nos aglomerados urbanos permite avaliar a coerência do nível de infra-estrutura energética do território (Figura 109).

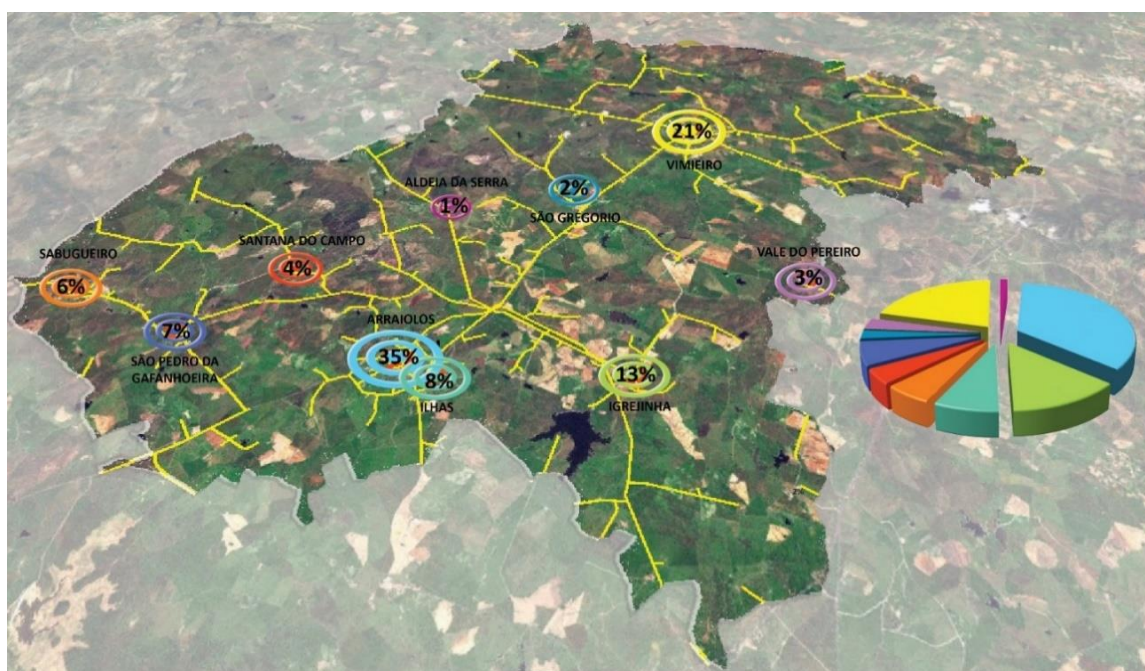


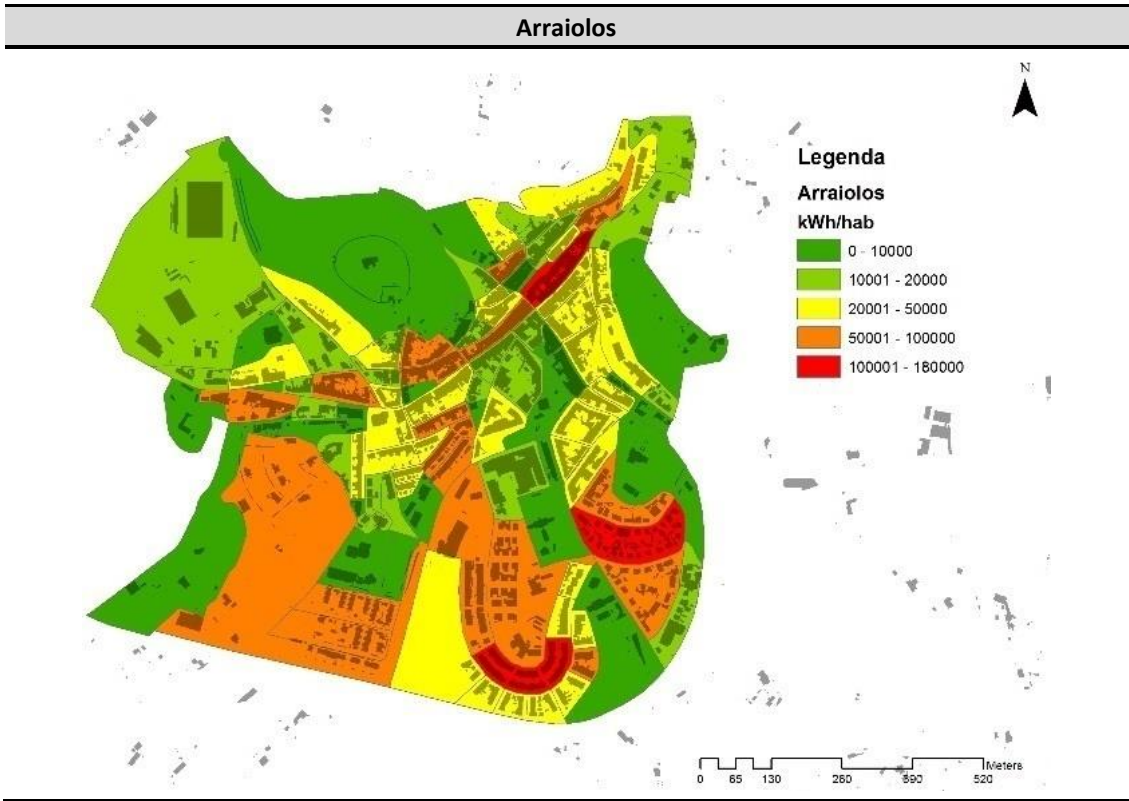
Figura 109: Configuração espacial da rede eléctrica em relação à distribuição dos padrões de consumo nos principais aglomerados urbanos

⁹¹ Este valor resulta negativo sendo que corresponde ao acerto da estimativa feita no ano anterior.

⁹² Nesta análise considera-se a categoria de consumo doméstico, por demonstrar maior peso no que se refere ao desempenho global do concelho.

O traçado ramificado da rede eléctrica destinada ao fornecimento de energia em média tensão, reflecte o modelo de ocupação do solo do concelho que assenta em tecidos urbanos contínuos e concentrados nos aglomerados, e em áreas de edificação dispersa nos espaços rurais. É de referir que esta configuração espacial garante uma relativa facilidade de acesso à rede de distribuição para as actividades agrícolas e industriais localizadas fora dos aglomerados, e permite uma certa flexibilidade em termos de ligação de eventuais centros produtores de fontes renováveis nos espaços rurais. Decorrente da procura elevada de energia eléctrica pelo sector doméstico e do seu peso no balanço energético global do concelho, os aglomerados urbanos assumem um papel preponderante no processo de avaliação da eficiência energética do concelho. Deste modo, optou-se por relacionar o número de indivíduos residentes por subsecção estatística e o consumo doméstico de energia eléctrica por habitante de 1460⁹³ kWh, (INE, 2015) procurando determinar a distribuição espacial dos padrões de consumo nos principais aglomerados urbanos do concelho (Tabela 39).

Tabela 39: Consumo doméstico anual de energia eléctrica por habitante nos principais aglomerados urbanos do concelho (kWh/hab)



⁹³ É de realçar que a natureza dos dados estatísticos permite a quantificação destes consumos segundo padrões anuais (à data dos Censos de 2011) que reflectem os indivíduos residentes, excluindo a condição de residência de uso sazonal/secundário.

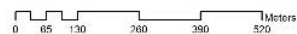
Igrejinha



Legenda

Igrejinha

kWh/hab



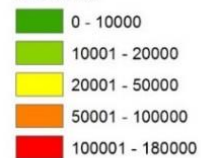
Vimieiro



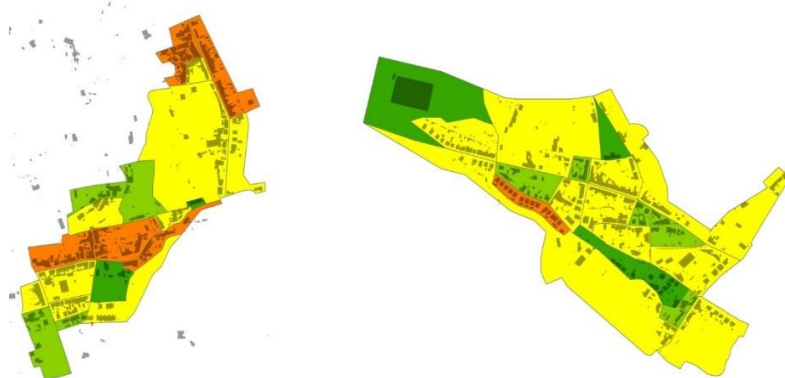
Legenda

Vimieiro

kWh/hab



Ilhas | Sabugueiro

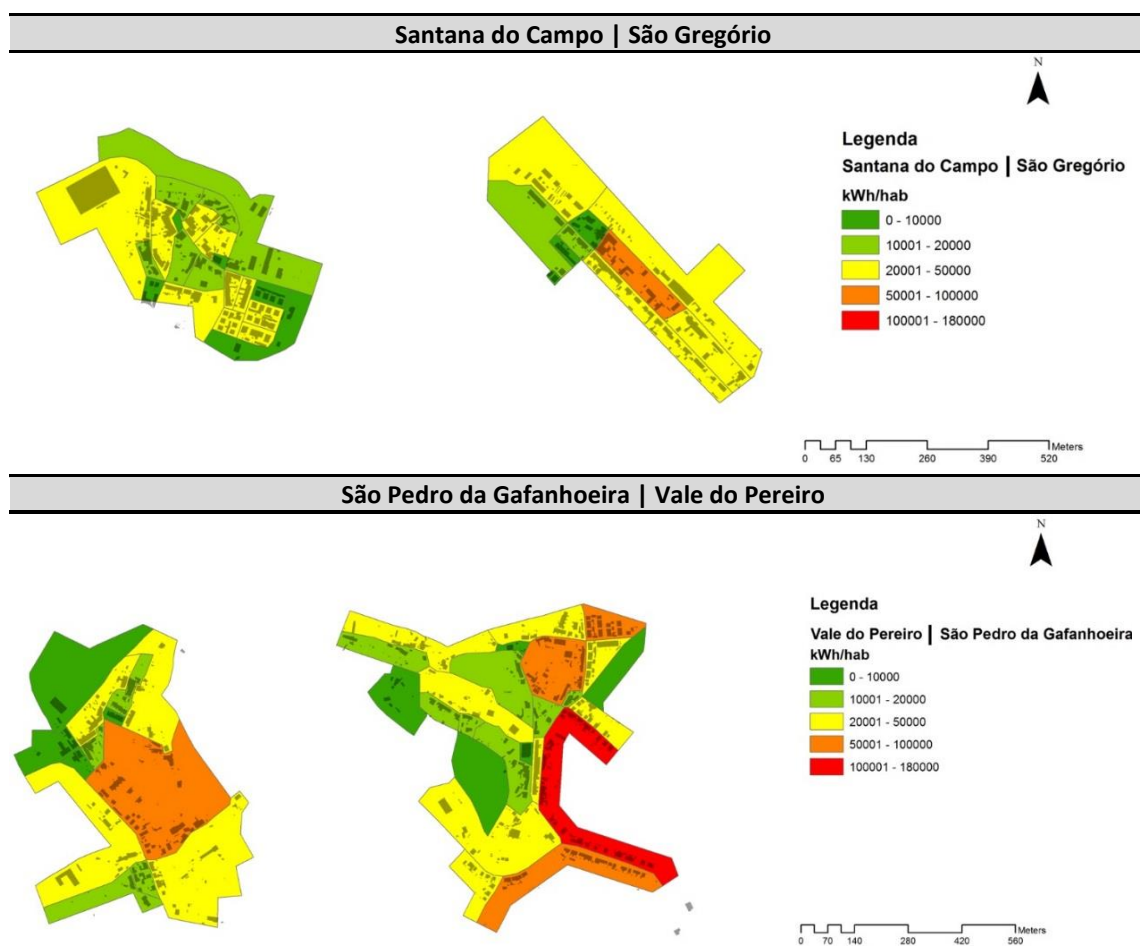


Legenda

Sabugueiro | Ilhas

kWh/hab





A avaliação do desempenho energético implica, desde logo, compreender a sua relação com o modelo urbano existente, sendo esse o elemento de base para a definição das relações entre espaço livre e volume construído e a distribuição dos diversos usos e infra-estruturas no território.

Decorrente dos estudos apresentados na Tabela 39, é possível determinar os padrões de morfologia urbana ligados ao maior consumo de energia, que caracterizam o concelho. Neste quadro de análise, as tipologias urbanas que globalmente apresentam o pior desempenho estendem-se ao longo de traçados viários de tipo linear e orgânico e são caracterizadas por edifícios de pequenas dimensões, com 1 a 2 pisos, em todo o concelho e com um máximo pontual de 3 a 4 pisos no aglomerado de Arraiolos (Figura 110).

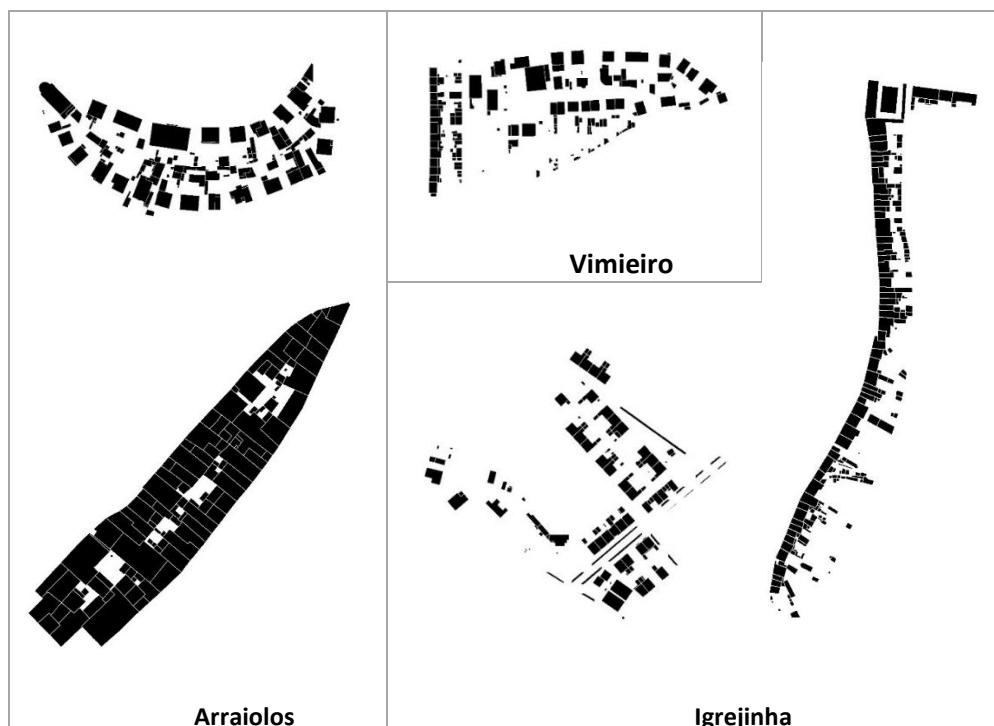


Figura 110: Tipologias urbanas que globalmente apresentam o maior consumo de energia eléctrica.

Perante esta comparação entre tipologias urbanas, é importante considerar os factores bioclimáticos que influenciam o concelho e como estas podem ser articuladas com os elementos morfológicos dos aglomerados, as épocas de construção dos edifícios e os respectivos sistemas construtivos e materiais utilizados.

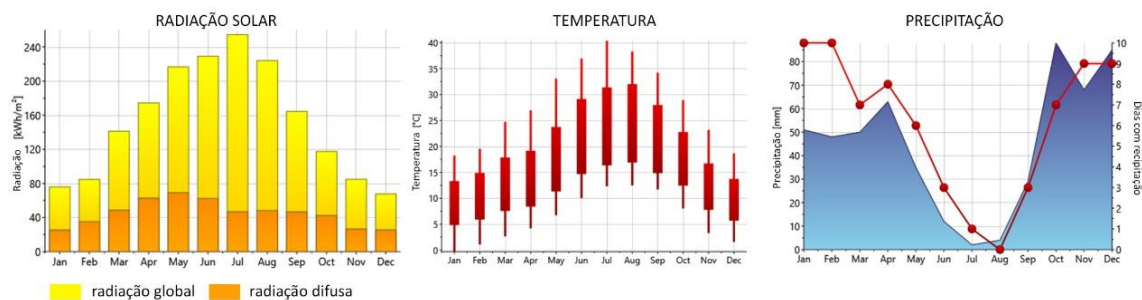


Figura 111: Referencial de factores bioclimáticos gerais no concelho de Arraiolos

Neste contexto, é importante referir que o valor padrão do consumo doméstico de energia eléctrica, por habitante, no concelho, é de 1460 kWh/hab, estando ligeiramente acima do valor obtido para o Continente, que ronda os 1239 kWh/hab (INE, 2015). Este facto deve-se à localização do concelho numa zona climática, cujas condições de temperatura, radiação solar, precipitação e ventos predominantes determinam um maior consumo de energia nos edifícios para satisfazer as necessidades de arrefecimento no Verão e garantir o conforto térmico durante a estação de aquecimento de 5,7 meses no Inverno (Decreto-Lei n.º 80/2006). Por outro lado, interessa destacar que a

orientação dos edifícios face à exposição solar, constitui um factor extremamente condicionador da eficiência energética dos mesmos. Neste sentido, a Figura 112 mostra a orientação solar teórica⁹⁴ mais favorável para implantar um edifício no concelho, de forma a obter maiores ganhos solares no Inverno e minimizar a radiação directa no Verão. O modelo da Figura 112, se comparado com a orientação predominante das tipologias urbanas da Figura 110, permite entender os níveis de pior desempenho energético que caracterizam as malhas históricas face às mais recentes.

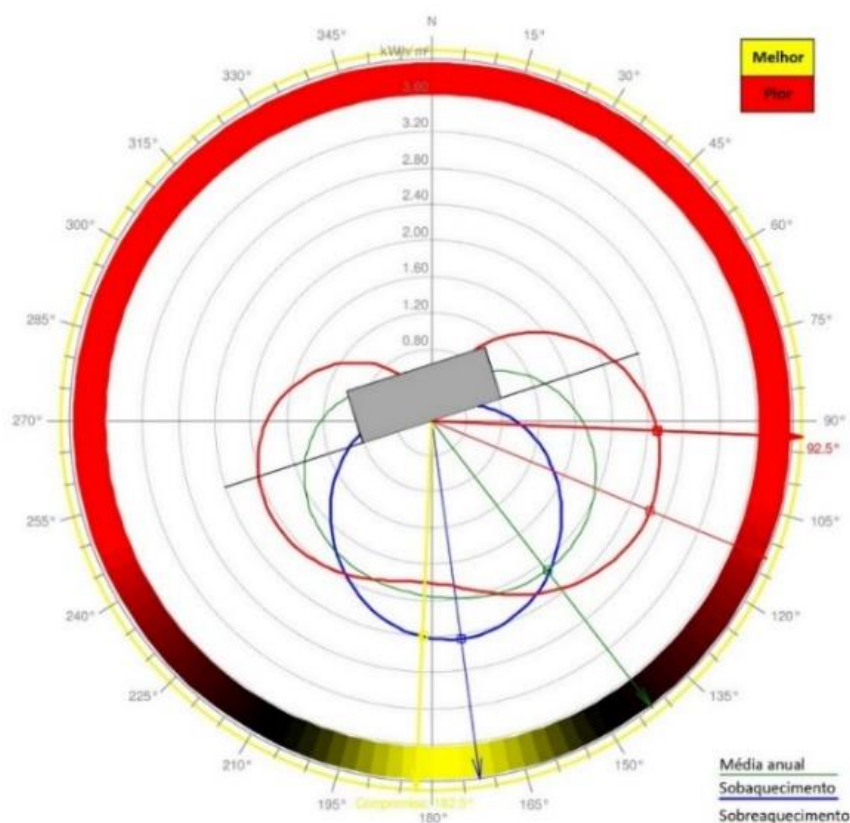


Figura 112: Diagrama da orientação solar teórica mais favorável do edifício no Concelho de Arraiolos.

Por outro lado, os ventos predominantes no concelho provêm maioritariamente de NNE e de S-SSW na Primavera e no Outono, de NNE no Verão e de SE-NW no Inverno, facto este, que se reflecte numa oportunidade de ventilação interior dos edifícios de natureza variável ao longo do ano (Figura 113) e que pode resultar num potencial de redução de consumos de energia.

⁹⁴ Para esta análise foi utilizado o software Autodesk Ecotect Analysis®, que permitiu simular o percurso do sol ao longo do ano à latitude média do Concelho de Arraiolos.

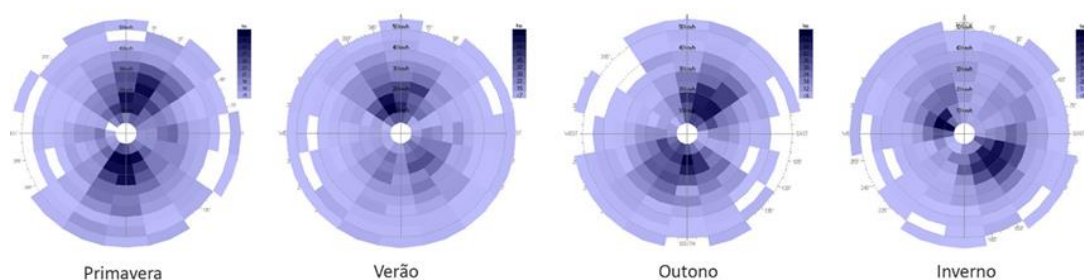


Figura 113: Diagrama da frequência (%) e velocidade média (km/h) dos ventos, por estação do ano
Fonte dados meteorológicos: Estação Évora 085570

Ao nível do edificado, a análise da época de construção e dos materiais mais utilizados constitui uma outra etapa extremamente útil para obter informação relevante sobre o desempenho energético dos aglomerados urbanos. Assim, a Figura 114 mostra como os edifícios construídos antes dos anos 60 assumem um peso preponderante em todas as freguesias, sendo que esta situação influencia negativamente o desempenho energético global do parque edificado existente no concelho.

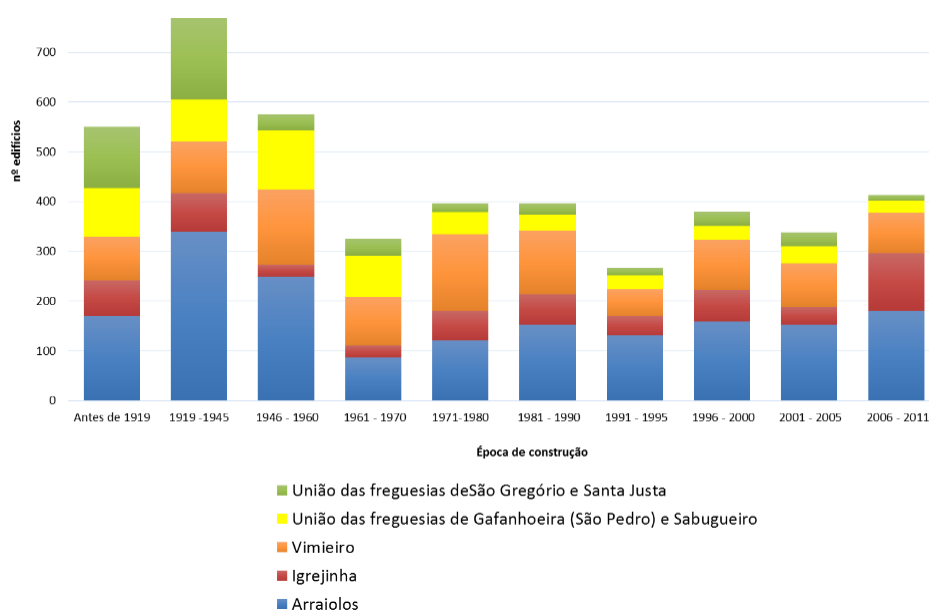


Figura 114: Distribuição do nº de edifícios por freguesia, segundo a época de construção
Fonte dados: INE, (2015)

A época de construção permite relacionar as características construtivas e os materiais e sistemas de isolamento térmico utilizados nos edifícios. Este conjunto de factores interfere fortemente nos níveis de conforto no ambiente interior e, consequentemente, no desempenho energético dos mesmos. Com base na análise dos dados estatísticos do INE, é possível verificar como a estrutura de paredes de alvenaria com placa constitui a percentagem mais significativa do parque edificado do concelho, coincidindo em grande parte com os edifícios construídos após o período entre 1919 e 1945 (Figura

115). Por outro lado, a freguesia de Vimieiro apresenta edifícios de épocas mais recentes com predominância da estrutura de betão enquanto a estrutura de adobe de pedra e a de paredes de alvenaria sem placa distribuem-se de forma uniforme entre todas as freguesias do concelho, mas com pouca incidência em termos de número de edifícios.

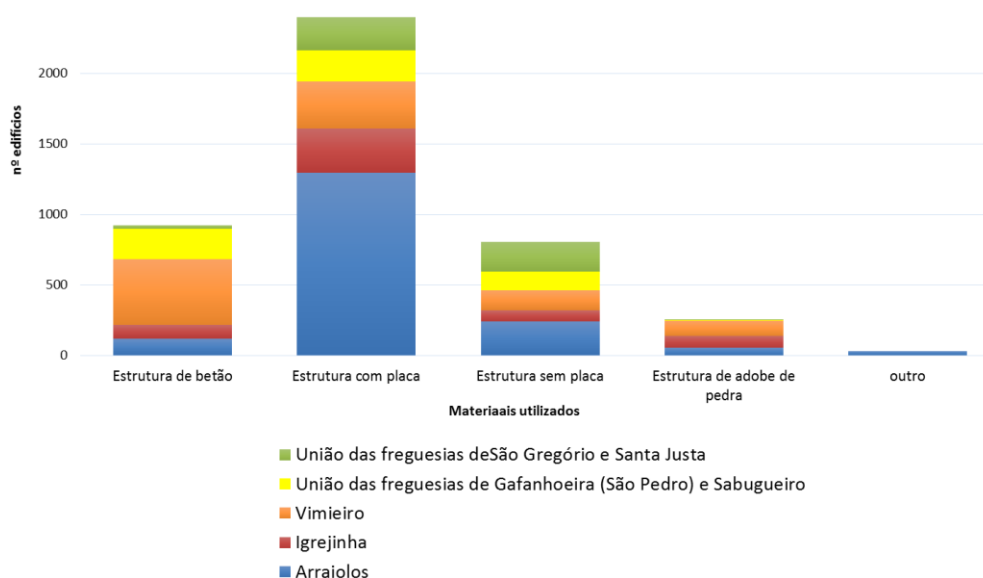


Figura 115: Distribuição do nº de edifícios por freguesia, segundo o sistema de construção e materiais
Fonte dados: INE, (2015)

Através da análise do nível de desempenho energético dos elementos que compõem cada tipologia construtiva é possível afirmar que as estruturas sem placas são as que proporcionam pior desempenho energético, devido à baixa inércia térmica e existência de pontes térmicas no envelope edificado, a falta de isolamento e a presença de janelas com caixilhos em metal e vidros simples. Os edifícios com estrutura de adobe de pedra asseguram um melhor nível de conforto interior, devido à maior inércia térmica das paredes, no entanto, é de referir que o desempenho global resulta prejudicado pelo tipo de janelas com caixilharias de madeira ou metal e vidros simples. Os edifícios com estrutura de alvenaria com placa e de betão armado, construídos em épocas mais recentes, reflectem o melhor desempenho energético decorrente da introdução das novas regras no projecto e construção dos edifícios impostas pelo RCCTE, em vigor desde os meados de 2006.

A título exemplificativo apresenta-se a Figura 116, que mostra a evolução tipológica dos edifícios reconhecíveis no concelho, de acordo com a variação do respectivo nível de desempenho energético.



Figura 116: Evolução das diferentes tipologias de edifícios reconhecíveis no concelho e variação dos respectivos elementos determinantes para o desempenho energético

Considerando o grande impacto que o edificado introduz no desempenho energético do Concelho, optou-se por reforçar o presente processo de avaliação da eficiência energética com base num mapeamento dos edifícios certificados pela Agência para a Energia (ADENE). Para a elaboração deste estudo foram utilizados os dados da ADENE referentes a Março de 2015, disponíveis na sua plataforma online, de forma a ser possível a análise da distribuição espacial dos edifícios com certificado, e respectiva classe energética, registados nas freguesias do concelho (Figura 117).

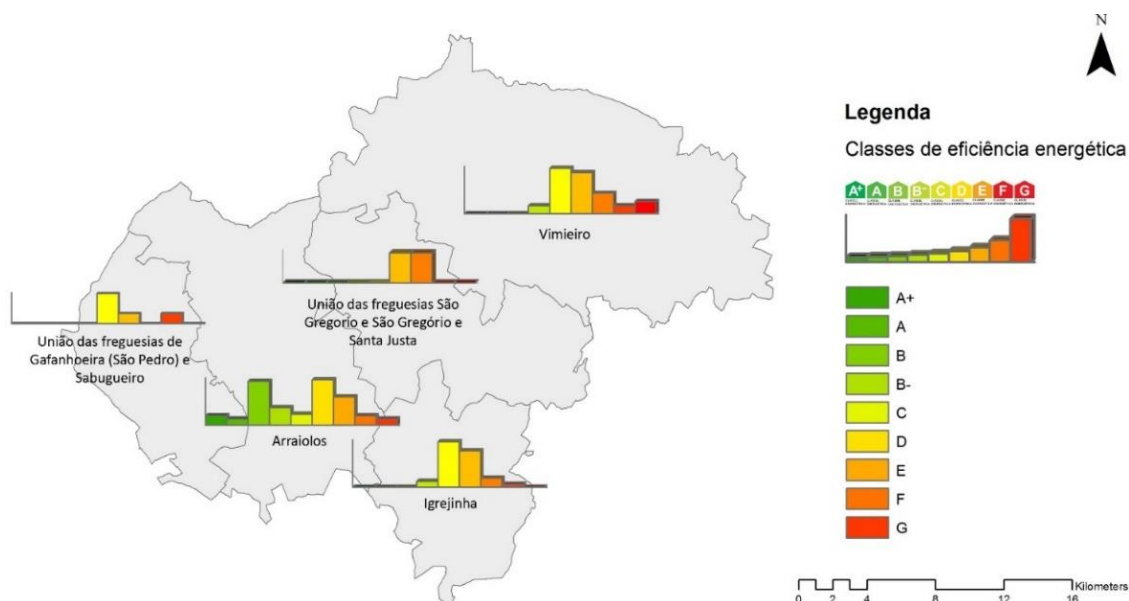


Figura 117: Mapa dos edifícios com certificado energético e respectiva classe energética

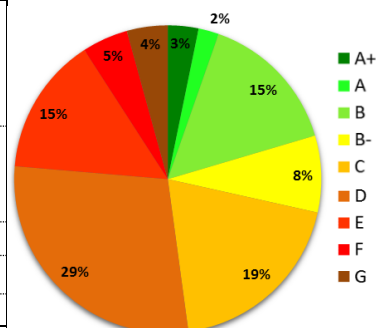
De acordo com a legislação em vigor, no âmbito do Sistema Nacional de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), tal informação caracteriza-se como a avaliação do desempenho energético dos edifícios, numa escala de 9 classes da classe A+ (a mais eficiente) à G (a menos eficiente).

Na Tabela 40, observa-se que mais de aproximadamente 65% dos edifícios residenciais certificados apresentam classes energéticas que variam entre C e E, e que o

conjunto de edifícios com classes acima do B⁻ regista-se apenas na freguesia de Arraiolos.

Tabela 40: nº de edifícios e respectivas classes energéticas por freguesia

Freguesia	A+	A	B	B-	C	D	E	F	G
União das freguesias São Gregório e São Gregório e Santa Justa	-	-	-	-	-	1	1	-	-
União das freguesias de Gafanhoeira (São Pedro) e Sabugueiro	-	-	-	-	3	1	-	-	1
Vimieiro	-	-	-	2	11	10	5	2	3
Igrejinha	-	-	-	2	15	12	3	1	-
Arraiolos	6	4	28	11	7	29	18	6	4
Totais	6	4	28	15	36	53	27	9	8



No âmbito da análise energética dos aglomerados urbanos desenvolvida, importa ainda mencionar que a iluminação das vias públicas e o desempenho dos equipamentos municipais assumem uma vertente estratégica de grande importância. O gráfico agora apresentado é ilustrativo da evolução dos consumos de energia eléctrica, distinguindo-se duas curvas, uma referente ao consumo de energia eléctrica em iluminação de vias públicas e outra ao consumo de energia eléctrica em iluminação interior de edifícios do Estado (Figura 118).

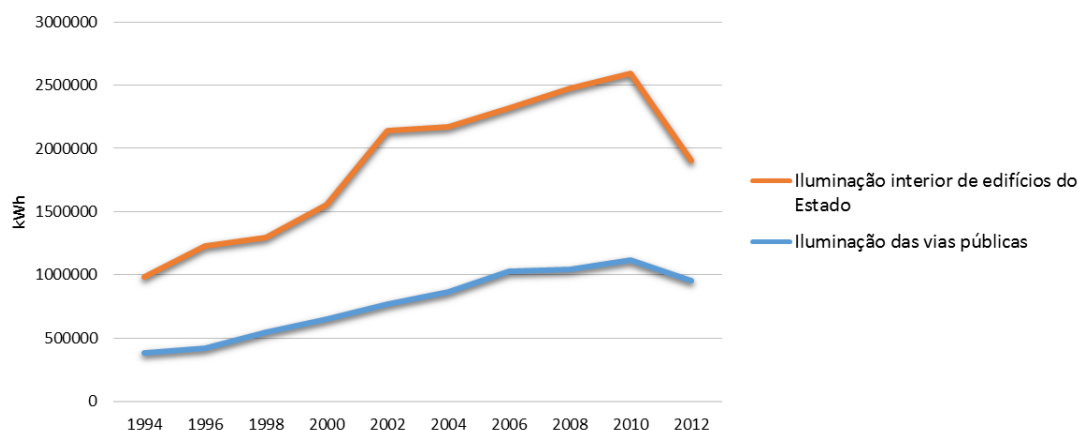


Figura 118: Evolução dos consumos de energia eléctrica em iluminação das vias públicas e no interior de edifícios do Estado

Fonte dados: INE, (2015)

Observa-se que o consumo de energia eléctrica em iluminação das vias públicas registou uma tendência de crescimento constante de 1994 a 2010, reflectindo o processo de expansão da rede de iluminação dos aglomerados urbanos no concelho. Neste âmbito, a partir do ano de 2010 assiste-se a uma clara inversão da tendência associada,

possivelmente devido à utilização de equipamentos mais eficientes e aos efeitos do projecto de renovação do centro histórico de Arraiolos, com suporte na tecnologia energeticamente eficiente de iluminação LED. Por outro lado, os consumos de energia eléctrica no interior de edifícios do Estado também aumentaram no período de 1994 a 2010, registando os primeiros sinais de inversão da tendência a partir do mesmo período de 2010.

Os equipamentos municipais constituem elementos chave da coesão social dos aglomerados urbanos. Perante o actual enquadramento jurídico em matéria de eficiência energética, surge a necessidade de possibilitar um nível de consciencialização sobre o desempenho energético dos edifícios públicos para delinear possíveis estratégias de optimização no futuro. Nesse sentido, foi desenvolvido um modelo de ficha de caracterização dos equipamentos (ver Anexo 1) que contém a caracterização geral do edifício em análise, a identificação dos principais parâmetros do seu desempenho energético, a descrição dos padrões de consumo de energia e a avaliação do nível global de eficiência energética. O conjunto de tipologias de equipamento existentes no concelho é muito variado, e inclui, entre outros, os equipamentos de educação, saúde, cultura, espaços verdes, desporto, recreio, segurança e da administração pública.

Neste enquadramento, foi adoptado um processo de análise e diagnóstico por padrões de edifício e respectiva função, pelo que se apresenta no Anexo 2 do presente documento, um conjunto de fichas de caracterização que avaliam o desempenho energético de alguns dos equipamentos municipais mais representativos (Tabela 41).

Tabela 41: lista de equipamentos com ficha de caracterização

Identificação	Tipologia de equipamento	Localização	Código da ficha
Biblioteca municipal	Educação	Arraiolos	EE.1
Agrupamento de Escolas de Arraiolos	Educação	Arraiolos	EE.2
Centro de saúde de Arraiolos	Saúde	Arraiolos	EE.3
Junta de freguesia de Igreja	Administração pública	Igreja	EE.4
Sociedade Recreativa de Aldeia da Serra	Cultural	Aldeia da Serra	EE.5

5.3.3 Avaliação do potencial de produção de energia renovável

Após a avaliação dos consumos anteriormente desenvolvida às diversas escalas e sectores, contextualiza-se agora a análise do potencial de produção de fontes de energia renovável que podem ser implementadas no território municipal. De facto, a oferta destes recursos está dependente de uma ampla gama de soluções, que devido à sua especificidade tecnológica e abrangência física/espacial, impõe uma articulação integrada com o território e os instrumentos de planeamento.

Assim sendo, procedeu-se ao enquadramento dos objectivos e orientações definidos pelos IGT e outros documentos estratégicos, que deverão ser consagrados no processo de revisão do PDM de Arraiolos. Em Portugal, a utilização de energia proveniente de fontes endógenas renováveis constitui o vector central do modelo energético preconizado pelo governo na ENE 2020 (Presidência do Conselho de Ministros, 2010). A aposta nas energias renováveis visa um desenvolvimento territorial articulado com o quadro de sustentabilidade económica e ambiental global, bem como com a promoção de melhores condições para a competitividade, o crescimento e a independência energética e financeira do País. Neste sentido, o Plano Nacional de Acção para as Energias Renováveis (PNAER 2020) identifica três eixos estratégicos fundamentais para o desenvolvimento das fontes de energia renovável, nomeadamente: 1. Electricidade, 2. Aquecimento e 3. Arrefecimento e Transportes. A necessidade de um posicionamento estratégico das câmaras municipais, em particular, no que se refere à produção de electricidade a partir de fontes de energia renováveis, constitui um tema de grande significado, sobretudo considerando o raciocínio de crescimento inteligente, sustentável e inclusivo definido pela Comissão Europeia para a próxima década (European Commission, 2010). No âmbito das grandes linhas estratégicas de desenvolvimento para o Alentejo, previstas pelo respectivo Programa Operacional Regional 2014-2020 (PORALENTEJO 2020), a questão das energias renováveis surge como um dos sectores emergentes mais significativos em termos de consolidação dos princípios de sustentabilidade e racionalização dos investimentos económicos. Ainda neste documento, a articulação entre fontes renováveis e eficiência energética é entendida como um vector de desenvolvimento chave para responder com maior flexibilidade tanto às condicionantes de natureza ambiental

como aos determinantes decorrentes da evolução dos consumos de energia (CCDR Alentejo, 2014). A promoção da produção de energia eléctrica limpa, sem emissões de CO₂, fomentando a instalação de unidades centralizadas e descentralizadas de micro-geração de energia eléctrica e térmica, baseadas em fontes renováveis, constitui uma das opções estratégicas fundamentais a concretizar no modelo territorial proposto pelo PROT-A. Este documento destaca em particular, a energia solar que, devido aos elevados níveis de radiação no Alentejo, constitui um recurso a promover, motivando um forte esforço agregado regional (empresas, poder local e instituições de investigação), de modo a desenvolverem-se parcerias estratégicas para a construção de um cluster de excelência de nível nacional e internacional.

Neste enquadramento, a integração da avaliação do potencial de energia renovável no âmbito do processo de revisão PDM de Arraiolos, representa uma etapa fundamental, em termos estratégicos, para promover o balanço entre oferta e procura de energia e garantir a mudança de paradigma substancial, quer na forma de conceber áreas urbanas mais eficientes do ponto de vista energético, quer na estruturação de áreas rurais produtoras de energia limpa.

A metodologia adoptada para avaliar o potencial de energia renovável no concelho, assenta no conceito de potencial geográfico dos fluxos energéticos naturais, entendido como o conjunto de características climáticas e fisiográficas próprias de um local, que o classificam como adequado para este tipo de produção.

Deste modo, a metodologia compõe-se de três fases distintas: **ANÁLISE, SÍNTESE E AVALIAÇÃO**. Na fase de análise foi efectuado um levantamento e tratamento de dados – estatísticos, normativos, bibliográficos e cartográficos relevantes para identificar os diferentes recursos energéticos endógenos existentes no território. Na fase de síntese foram identificadas a dimensão geográfica e física objectiva e o respectivo leque de tecnologias elegíveis para produção de energia renovável no concelho. A fase de avaliação foi desenvolvida com base em critérios específicos sobre dois aspectos fundamentais: o potencial padrão de produção de cada tipo de fonte renovável identificada e a viabilidade em termos tecnológicos, económicos e ambientais.

Esta abordagem integrada visa, assim, analisar a situação existente em termos de produção local de energia renovável e avaliar o potencial objectivo de cada uma das fontes de energia renovável, que podem vir a ser implementadas no concelho.

➤ APLICAÇÃO

A energia eléctrica consumida no Concelho de Arraiolos contempla actualmente um contributo importante e diversificado de fontes de energia renovável produzido à escala regional (Figura 119). Os centros produtores com maior incidência no *mix* energético da região são os parques eólicos localizados no baixo Alentejo, as centrais fotovoltaicas localizadas nos concelhos de Évora e Montemor-o-Novo e a central termoelétrica de Sines.

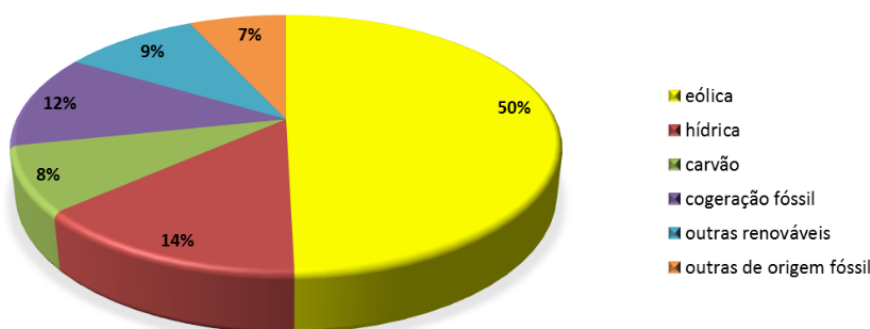


Figura 119: *Mix* de fontes de energia utilizadas para a produção de electricidade consumida no concelho
Fonte dados: EDP – Serviço Universal, S.A., (2015)

Por outro lado, e no que diz respeito à escala local, verifica-se que o concelho de Arraiolos não tem produção de energia eléctrica a partir de fontes renováveis, nem a partir de combustíveis fósseis (DGEG, 2015). Ainda como componente de análise, agora mais nos âmbitos do potencial de produção de energia renovável, prossegue-se com a sistematização dos diferentes tipos de recursos energéticos endógenos com capacidade de expressão no concelho.

Neste contexto, as fontes de energia renovável a avaliar, foram seleccionadas de acordo com as condições climáticas e fisiográficas próprias do território em análise, evidenciando o tipo de produção possível de se alcançar (Figura 119).

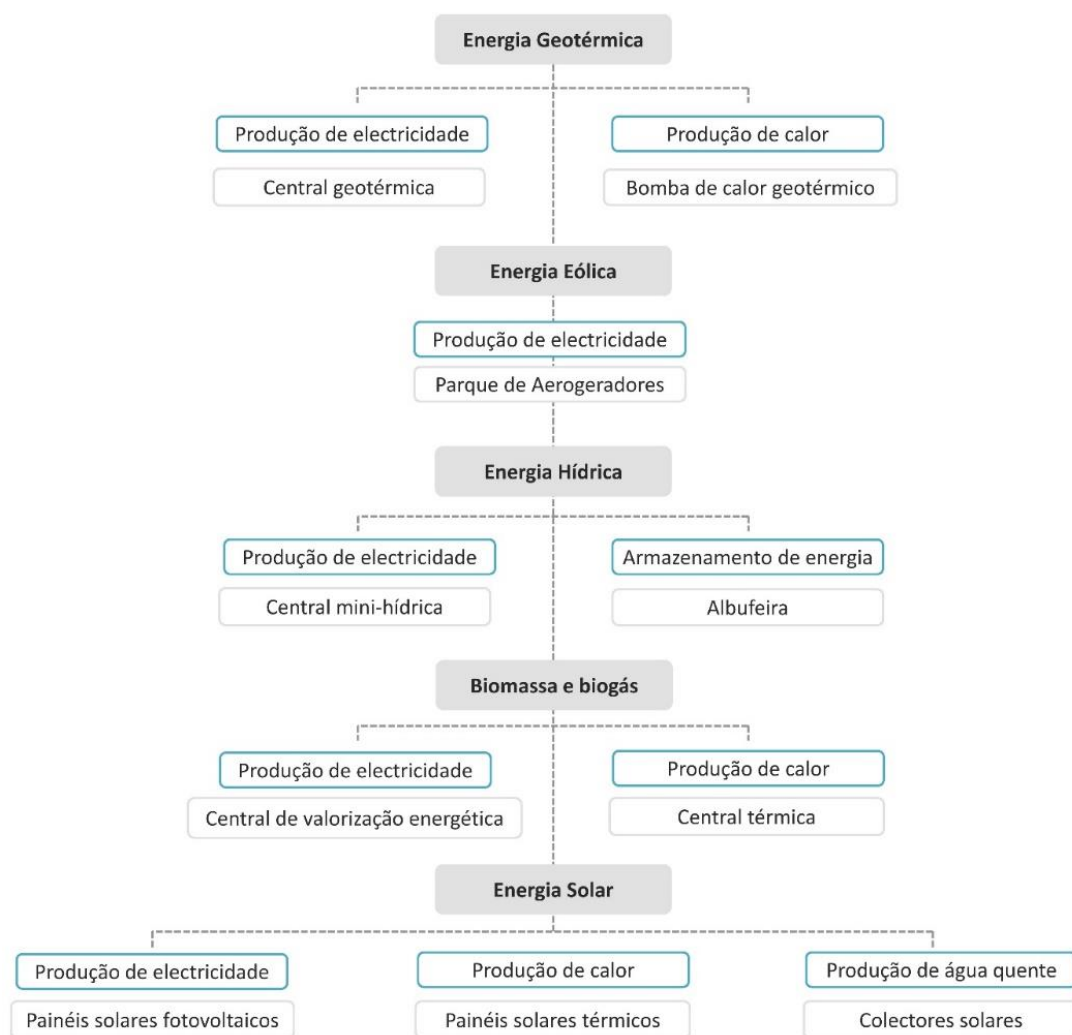


Figura 120: Fontes de energia renovável seleccionadas para a avaliação do potencial de produção em Arraiolos

A selecção preliminar de fontes de energia renovável e os respectivos aspectos funcionais, apresentados na Figura 120, constituem o quadro de referência a partir do qual foi desenvolvida a fase de síntese, que tem como objectivo identificar os pressupostos do potencial de produção de cada recurso endógeno no concelho.

Observando o mapa da Figura 121, verifica-se que Arraiolos se enquadra nas áreas com potencialidade geotérmica e gradiente geotérmico médio de apenas 15-20°C/km, podendo assim concluir-se que o potencial de produção de energia a partir deste recurso apresenta uma expressão pouco significativa.

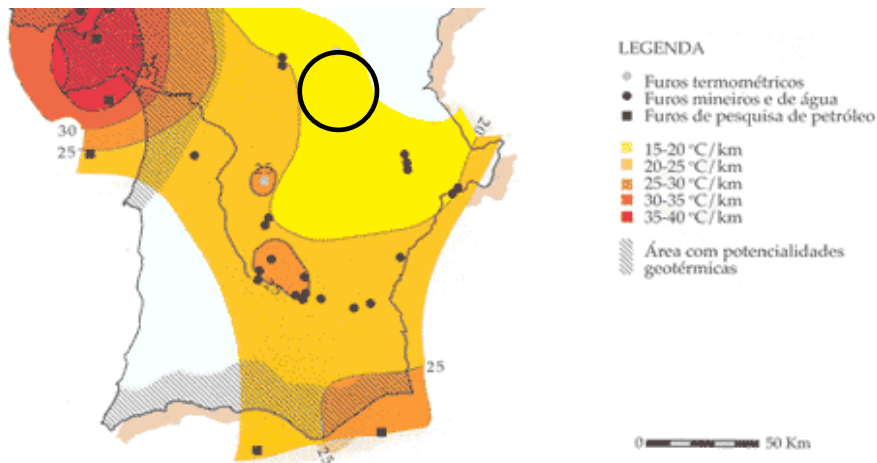


Figura 121: Localização do concelho no mapa das Áreas com Potencialidades Geotérmicas e Gradiente Geotérmico Médio em Portugal.

Fonte: Instituto Geológico e Mineiro, (1998)

Entre os factores mais relevantes para a contribuição da energia eólica interessa relembrar os fenómenos condicionantes do escoamento local, em especial os relacionados com a orografia e rugosidade do terreno e as escalas espacial/temporal dos fenómenos meteorológicos. Com efeito, o Concelho de Arraiolos apresenta uma orografia bastante suave, tendo uma variação de altitude entre 200 m e 413 m, e caracteriza-se por uma rugosidade do terreno relativamente baixa, decorrente da cobertura regular de vegetação natural e da presença de povoado disperso e casas rurais fora dos centros urbanos. Deve-se, contudo, salientar que a velocidade média do vento é o elemento que se reveste de maior importância para determinar o potencial de produção de energia eólica de um dado local. Neste sentido, o regime de ventos no concelho foi caracterizado segundo os registos de observações disponíveis da estação meteorológica de Évora (Figura 122).

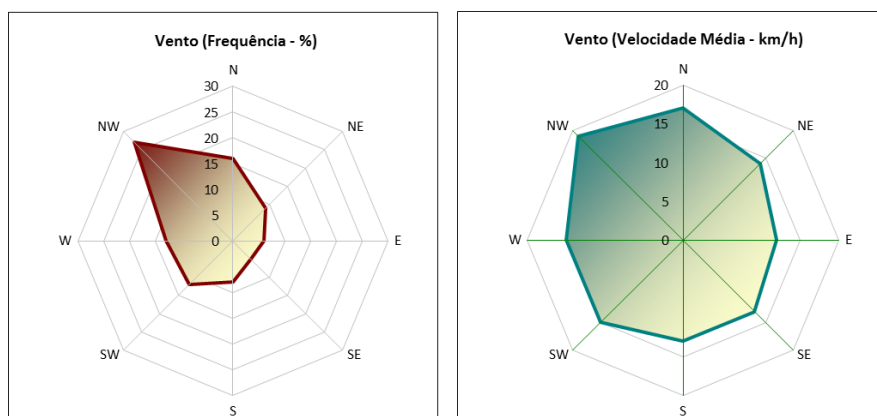


Figura 122: Regime de ventos no Concelho de Arraiolos

Fonte dados: Instituto de Meteorologia, (2001)

Verifica-se que a predominância dos ventos é de NW (27 % das ocorrências) e a velocidade média é de 19 Km/h, seguida dos ventos N, W, NE e SW, com frequências a variar entre os 17 e 12 % e velocidades médias entre os 16 e os 14 Km/h. Por outro lado, no mapa do potencial eólico elaborado pelo INETI à escala nacional, pode-se observar a configuração espacial da intensidade de vento no concelho (Figura 123).

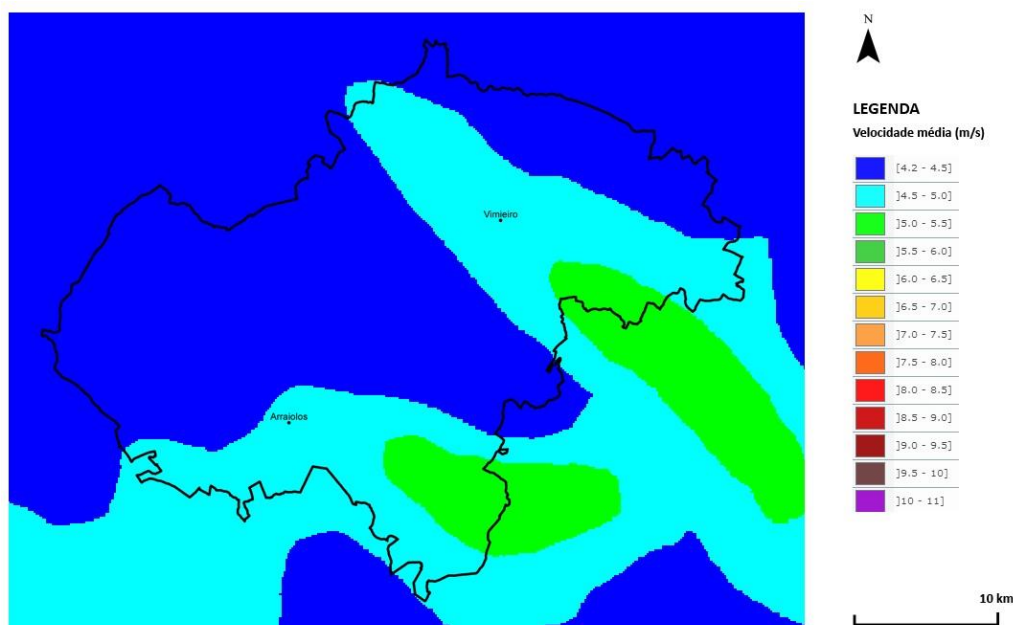


Figura 123: Mapa do potencial eólico do concelho de Arraiolos
Fonte: INETI, (2015)

A análise dos aspectos morfológicos e climáticos acima referidos permite concluir que o Concelho de Arraiolos não possui locais com condições particularmente favoráveis para o aproveitamento da energia eólica em larga escala.

No domínio da energia hídrica, o relevo suave, o défice hídrico e as necessidades significativas de água para agricultura no semestre seco e os caudais variáveis das principais ribeiras (INAG, 2004; APA, 2012), representam condições não adequadas para implementar a produção de energia a partir deste recurso. Os aspectos naturais, geomorfológicos e ambientais acima referidos, por seu lado, condicionam também a criação de albufeiras com capacidade de armazenamento de energia e de potência. Deve ainda ser referido que, a albufeira do Divor, apesar de possuir uma capacidade total relevante para 11 900 (dam³) (APA, 2015), não permite a utilização de caudais bombados devido a limitação dos níveis de exploração entre as cotas inferiores e o nível de pleno armazenamento e a variabilidade do armazenamento médio durante o ano hidrológico (Figura 124).

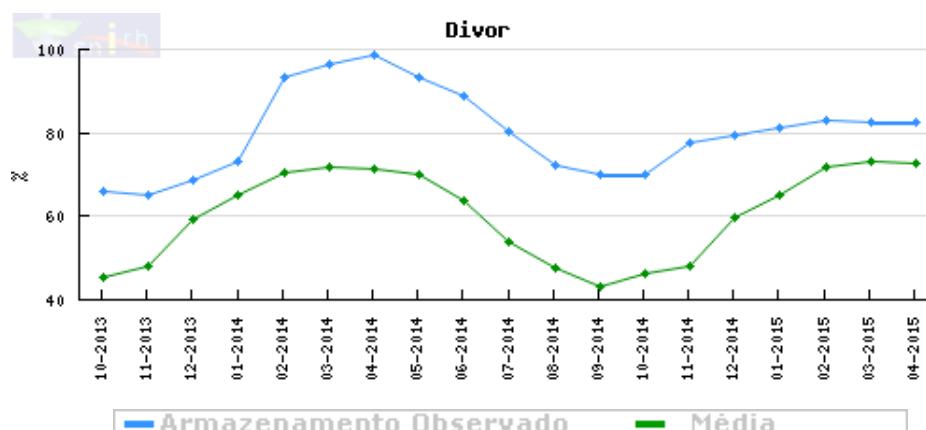


Figura 124: Evolução do armazenamento da albufeira do Dívor nos anos hidrológicos 2013/14 e 2014/15
Fonte: APA, (2015)

No que se refere à biomassa, o potencial energético deste recurso está directamente associado aos ciclos de produção dos sectores da agricultura, da pecuária e da floresta, bem como à fracção biodegradável de resíduos industriais e urbanos. É de ter em conta também que a exploração da biomassa permite a produção de electricidade e de calor com base na criação de parques intermédios de recolha e estilhaçamento, sendo, por isso, desejável a concentração de potência para a obtenção de economias de escala entres concelhos.

Posto isto, a avaliação do potencial energético associado aos recursos de biomassa e biogás no concelho foi desenvolvida com base no método elaborado no âmbito do Projecto ENERSUR, promovido pelas Agências de Energia do Algarve, Badajoz e Huelva (Vieira et al., 2006). Este projecto é importante, na medida em que persegue o objectivo da diversificação das fontes de abastecimento energético, mediante o aproveitamento de fontes renováveis, e tem por finalidade integrar-se na estratégia desenhada pelas instâncias internacionais, europeias e nacionais para a execução de objectivos em matéria de poupança e eficiência energética (Vieira *et al.*, 2006). Deste modo, e tendo em conta as características do concelho, foi efectuada a avaliação do potencial energético da biomassa e biogás, com base na análise e tratamento dos dados recolhidos sobre os seguintes recursos: 1. Resíduos florestais; 2. Resíduos agrícolas e de biomassa animal resultante da actividade pecuária e 3. Resíduos de águas residuais domésticas.

Arraiolos encontra-se inserido maioritariamente na Zona Ecológica Sub Mediterrânica, que se caracteriza pela ocorrência de espécies como o sobreiro, a azinheira e a oliveira na forma de montado (Figura 125).



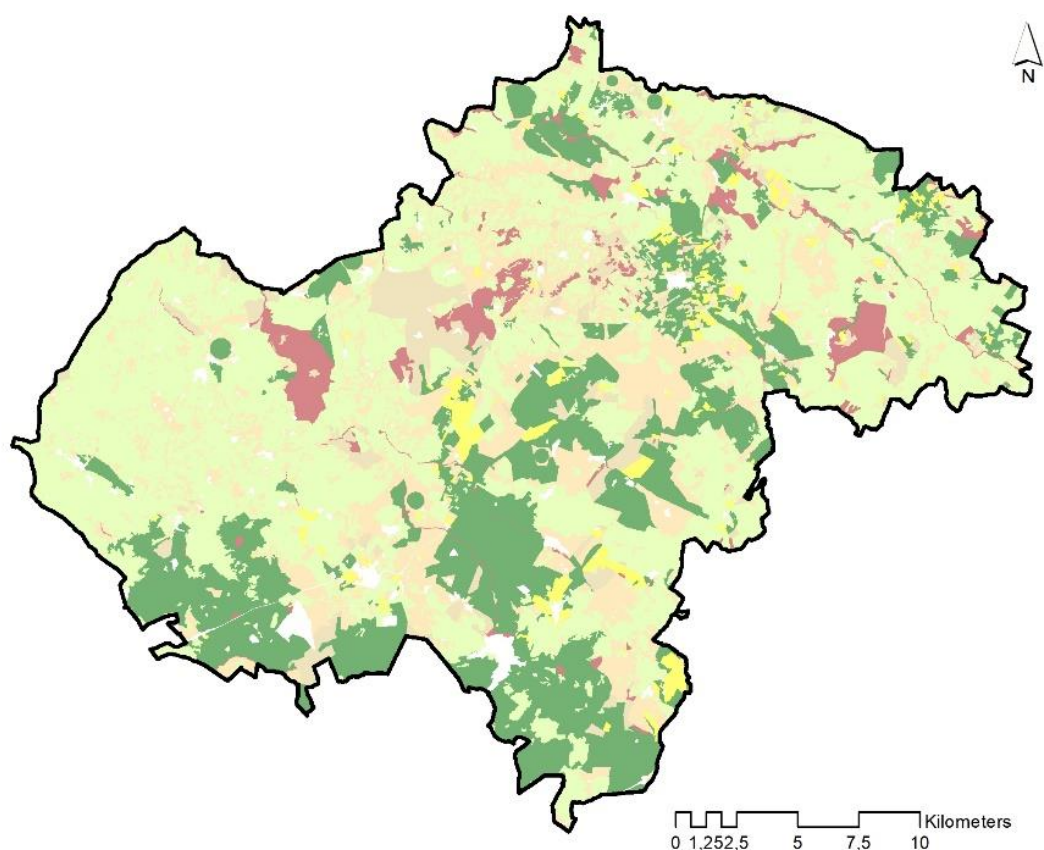
Figura 125: Padrão de ocupação da área florestal no concelho

A área florestal ocupa cerca de 55% da área do concelho, sendo que os tipos de povoamentos florestais estão divididos por espécie de árvore dominante, de acordo com o 5º Inventário Florestal Nacional (período de recolha de dados 2005-2006) (Tabela 42).

Tabela 42: Áreas dos povoamentos florestais por espécie de árvore dominante no concelho
Fonte dados: ICNF, (2010)

Espécie dominante	Área (ha)	Erro %
1 - Sobreiro	23.363	5,2
2 - Azinheira	11.899	8,2
3 - Eucaliptos	1.186	28,3
4- Pinheiro-manso	433	>40
5 - Pinheiro-bravo	45	>40
6 - Outra folhosas	196	>40

É necessário ter em consideração que o fornecimento de biomassa para a valorização energética proveniente do montado de sobreiro e azinheira é potencialmente menos viável quando comparado com a capacidade de produção de energia das duas espécies que apresentam melhor desempenho: o pinheiro bravo e o eucalipto (Campilho, 2010). Neste sentido, não se considera significativo este tipo de aproveitamento nos montados existentes no concelho. Por outro lado, o potencial de matéria-prima provenientes das zonas agro-florestais com montados de sobreiro, azinho e misto sem pastagem no subcoberto, bem como da recolha de matos em incultos e nas culturas arvenses de sequeiro pode ser considerado um recurso potencial para a produção de energia a partir de biomassa. Assim sendo, e dada a dimensão e a natureza dispersa das áreas do concelho com aptidão para a recolha de resíduos de biomassa (Figura 126), é de salientar que o potencial energético estimado tem de ser enquadrado numa escala mais ampla, tendo como objectivo a implementação de uma rede intermunicipal de recolha e processamento da biomassa na região do Alentejo Central.



Legenda

 Culturas temporárias	 Florestas
 Culturas permanentes	 Florestas abertas, vegetação arbustiva e herbácea
 Pastagens permanentes	 Zonas descobertas e com pouca vegetação
 Áreas agrícolas heterogéneas	

Figura 126: Áreas potenciais de recolha de resíduos para a valorização energética

A geração de biogás provém exclusivamente da degradação de resíduos, baseando-se no princípio da metanização ou digestão anaeróbica de matéria orgânicas que conduzem à formação de um gás rico em metano. Posto isto, as áreas potenciais de produção no concelho são: o sector agro-pecuário, a indústria agro-alimentar e os resíduos sólidos urbanos. A Tabela 43 sintetiza o número efectivo de animais, por espécie, existentes no concelho.

Tabela 43: Effectivos animais no concelho (Fonte: INE, 2015)

Efectivo bovino (N.º)	Efectivo suíno (N.º)	Efectivo ovino (N.º)	Efectivo caprino (N.º)	Efectivo equídeo (N.º)	Efectivo de aves (N.º)	Efectivo de coelhos (N.º)
21087	38309	28101	1579	94	7580	39

Pela análise da Tabela 43, verifica-se que as explorações pecuárias de bovinos, suínos e ovinos podem constituir um recurso com apreciável valor energético, através

do tratamento dos respectivos excrementos por digestão anaeróbia. No entanto, o aproveitamento deste recurso está dependente da construção de uma ou mais instalações centralizadas para o tratamento dos efluentes e produção de electricidade e, só um estudo mais aprofundado em termos de viabilidade económica poderá avaliar se este tipo de solução pode ser adequada para reforçar o abastecimento de energia no concelho.

No que se refere ao tratamento das lamas de esgoto por digestão anaeróbia, este recurso é considerado viável para o aproveitamento energético nas ETAR's com capacidade acima dos 30 000 habitantes equivalentes (hab. eq.). Como se pode verificar na Tabela 44, as ETAR's existentes no concelho servem populações inferiores a 30 000 hab. eq. e, pelo que se conclui que a exploração deste recurso não tem viabilidade.

Tabela 44: Capacidade das ETAR's existentes no concelho
Fonte dados: INSAAR, (2015)

Designação	Freguesia	População servida 2002 (hab)
Santana do Campo	Arraiolos	275
Igrejinha	Igrejinha	453
Sabugueiro	Sabugueiro	200
Arraiolos (bacia norte)	Arraiolos	1 101
Arraiolos (bacia oeste)	Arraiolos	1 092
Ilhas (bacia norte)	Arraiolos	505
São Pedro da Gafanhoeira	São Pedro	543
Aldeia do Vale do Pereiro	Santa Justa	200
Vimieiro	Vimieiro	1 401
São Gregório/Carrascal	São Gregório	100
Aldeia da serra	São Gregório	116

Para determinar a incidência de radiação solar global, directa, difusa e a sua duração (horas) no território do concelho, foi utilizado o módulo *Solar Analyst* de ArcGis em função da latitude e com base num modelo digital do terreno de 30m. As Figura 127 e Figura 128 apresentam a radiação solar global incidente no concelho ao longo de um ano e a respectiva duração em número de horas.

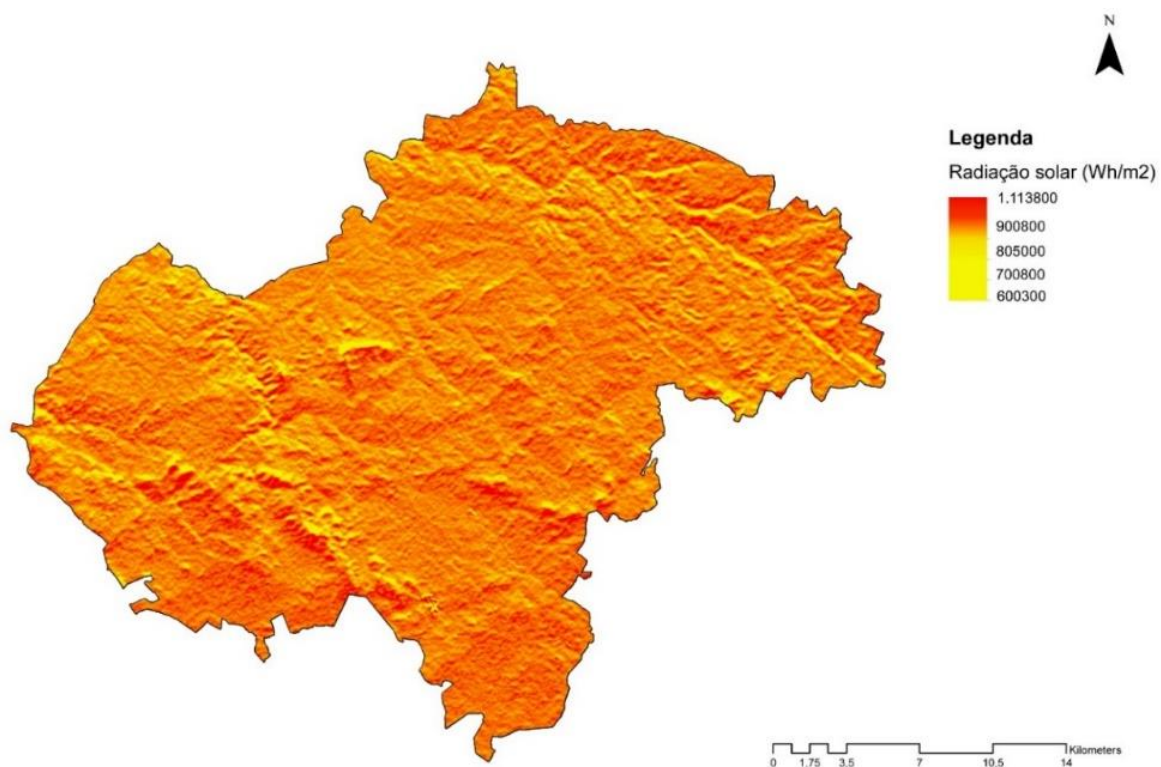


Figura 127: Radiação solar global no Concelho de Arraiolos

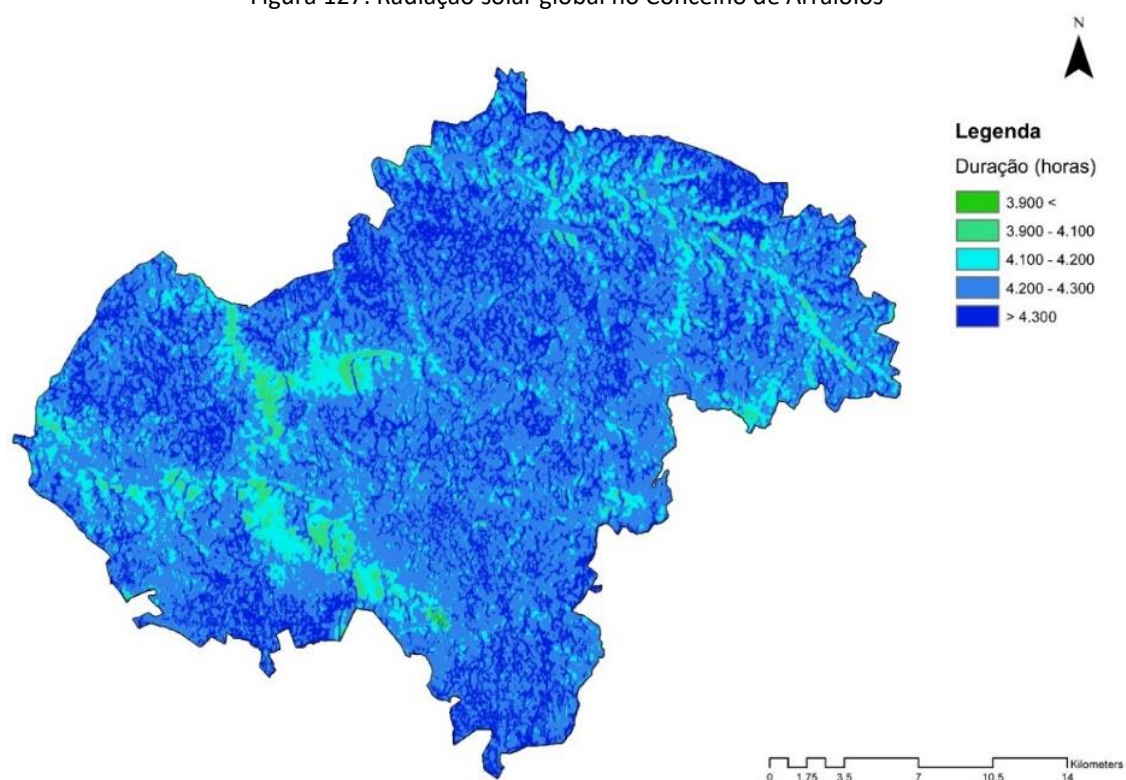


Figura 128: Número de horas de radiação solar directa

O conjunto de estudos desenvolvidos sobre os domínios da produção de energia renovável e eficiência energética, teve como objectivo caracterizar exaustivamente a situação existente e definir o ponto de partida para o desenvolvimento do modelo Arraiolos *Net-Zero*.

5.3.4 Diagnóstico de síntese para o apoio à decisão

Tendo em consideração que um dos objectivos desta investigação é a operacionalização formal e replicabilidade do modelo *SMART RURAL*, no âmbito dos processos de elaboração e revisão do PDM é, de todo, essencial criar ferramentas que orientem a utilização do mesmo. Assim, optou-se por desenvolver um conjunto de matrizes de síntese e análises SWOT de apoio à decisão que possam ser sempre adaptadas à realidade da intervenção em causa. Estas ferramentas foram desenvolvidas com duas finalidades de utilização distintas: 1 – auxílio à equipa responsável para a revisão do PDM e 2 – auxílio à avaliação e aprovação das propostas que irão suportar o modelo Arraiolos *Net-Zero*.

A primeira matriz que se apresenta prende-se com o potencial de produção das fontes de energia renovável. O objectivo é sintetizar o grau de viabilidade de cada recurso, em consonância com a realidade do concelho em análise. Como tal, foi elaborado um sistema de classificação baseado nos diferentes aspectos determinantes que devem ser combinados para identificar o BAIXO (B), MÉDIO (M) e ALTO (A) potencial de produção de cada recurso (Tabela 45).

Tabela 45: Matriz de síntese: produção de energia renovável⁹⁵

Classificação			Geotermia	Eólica	Mini-Hídrica	Biomassa	Solar
BAIXO	MÉDIO	ALTO					
Geomorfologia e Hidrogeologia			B				
Clima				B			A
Orografia				M	B	M	A
Hipsometria					B		
Recursos Hídricos					B		
Recursos florestais e agrícolas						M	
ETAR's						B	

Com base na classificação apresentada, a energia solar e a biomassa representam as fontes com maior potencial de produção de energia de fonte renovável, existentes no concelho. É este entendimento que permite direccionar o modelo de implementação no território e programar a respectiva execução, traduzindo estes aspectos em

⁹⁵ Os campos da tabela em branco significam que o determinante não se aplica ao respectivo domínio de análise.

opções de planeamento à escala do PDM que possam contribuir para o aproveitamento eficiente e sustentável destes recursos.

No âmbito da eficiência energética, a capacidade de redução dos consumos depende da escala espacial e natureza do local em que se irá intervir, surgindo assim um conjunto de aspectos determinantes diversificados por cada município. Posto isto, em Arraiolos verifica-se um potencial relevante, em termos de reforço da eficiência energética, associado às condições naturais, morfológicas, físicas, sociais, culturais e económicas e que deve ser equacionado no âmbito das intervenções ao nível dos aglomerados e dos edifícios. Neste sentido, optou-se por criar duas matrizes de síntese específicas, uma para os aglomerados e outra para os edifícios, de modo a sistematizar estas temáticas através de âmbitos bem definidos.

A matriz de síntese à escala dos aglomerados, enquadra-se nos domínios das futuras intervenções relacionadas com o planeamento do território, urbanismo e desenho urbano. Para tal, elaborou-se um sistema de classificação, baseado no potencial de reforço da eficiência energética: BAIXO (B), MÉDIO (M) e ALTO (A), associado com cada determinante que possa tornar-se num parâmetro de intervenção eficaz para a melhoria do futuro desempenho dos aglomerados em análise (Tabela 46).

Os diferentes ambientes edificados foram sistematizados de forma hierárquica e, como tal, de acordo com a configuração espacial do modelo da rede urbana, à escala global e, a um nível mais detalhado, com a diferenciação das áreas edificadas em: núcleos históricos, coroas consolidadas, áreas de nova expansão e aglomerados de baixa densidade (aglomerados rurais e pequenos povoados dispersos).

Tabela 46: Matriz de síntese: potencial de reforço de eficiência energética nos aglomerados ⁹⁶

Classificação			Rede urbana	Núcleos históricos	Coroas consolidadas	Novas expansões	Aglomerados baixa densidade
BAIXO	MÉDIO	ALTO					
Radiação solar				M	M	A	A
Temperatura do ar				M	M	A	A
Ventilação natural				M	M	A	A
Elevada densidade			A	B	B	M	B
Baixa densidade			B	B	B	M	M
Orientação malhas urbanas			B	B	B	A	A
Orientação das vias			M	B	B	A	A
Morfologias compactas			A	B	B	M	M
Morfologias lineares			B	B	B	B	M
Morfologias dispersas			B	B	B	B	B
Afastamento entre edifícios				B	M	A	A
Largura das vias				B	M	A	M
Áreas não edificadas (praças, jardins, largos)				M	A	M	M
Áreas verdes			B	A	A	A	A

A identificação do potencial de reforço da eficiência energética, baseou-se em critérios de homogeneidade espacial, temporal, morfológica, métrica e funcional, na medida em que estes aspectos reflectem a estrutura/organização e, portanto, um determinado efeito no respectivo desempenho energético.

A síntese apresentada, constitui uma ferramenta eficaz para desconstruir a heterogeneidade e complexidade que caracterizam as áreas edificadas do concelho, convergindo para um quadro operativo que será a base para a definição das estratégias de reforço da eficiência energética, ao nível dos aglomerados.

Por outro lado, a matriz de síntese à escala dos edifícios, enquadra-se nos domínios do planeamento urbano, nas suas vertentes de programação e regulamentação e da arquitectura, em particular, no que se refere à concepção de novos edifícios e à reabilitação dos existentes. Em coerência com a lógica da matriz dos aglomerados, elaborou-se um sistema de classificação, baseado no potencial de reforço da eficiência energética: BAIXO (B), MÉDIO (M) e ALTO (A), associado com cada determinante que possa

⁹⁶ Os campos da tabela em brancos significam que o determinante não se aplica ao respectivo domínio de análise.

tornar-se um parâmetro de intervenção eficaz para a melhoria do futuro desempenho do tipo de edifícios em análise (Tabela 47).

Tabela 47: Matriz de síntese: reforço da eficiência energética nos edifícios

Classificação			Edifícios núcleos históricos	Edifícios anteriores a 1991 ⁹⁷	Edifícios posteriores a 1991 ⁹⁷	Edifícios novos	Edifícios vernaculares
BAIXO	MÉDIO	ALTO					
Radiação solar			M	M	M	A	M
Temperatura do ar			M	M	M	A	M
Ventilação natural			M	M	M	A	M
Dimensão do lote						A	M
Espaços exteriores (pátio, logradouros e quintais)			B	M	M	A	B
Telhado de uma ou duas águas			B	M	M	M	B
Cobertura plana			B	M	M	A	B
Paredes em terra			A	B	B	B	A
Paredes em alvenaria de pedra			A	B	B	B	A
Paredes simples ou duplas de alve- naria de tijolo (s/isolamento)			B	M	B	B	M
Paredes simples ou duplas de alve- naria de tijolo (c/isolamento)			B	M	A	A	B
Disposição e proporção dos vãos				B	B	A	
Tipo de vidro			A	A	A	A	A
Tipo de caixilharias			A	A	A	A	A
Orientação dos compartimentos in- teriores			A	A	A	A	A

É de referir, que a elaboração do diagnóstico à escala dos edifícios é um tema complexo, facto este que se deve associar à existência de um conjunto de determinantes, próprias dos núcleos históricos e áreas consolidadas, que são entendíveis como imutáveis. Para tal, a edificação do concelho foi organizada de acordo com várias categorias que assentam na evolução tipológica ao longo do tempo, uma vez que está estreitamente relacionada com a forma arquitectónica e respectivos elementos de composição, sistemas construtivos e materiais. Neste sentido, a identificação do potencial de reforço da eficiência energética nos edifícios deve ser entendida considerando duas perspectivas distintas: a **actual** e a **potencial**.

⁹⁷ O ano de 1991 foi adoptado como ano de referência para categorizar a evolução dos edifícios, dado ser o ano da entrada em vigor do RCCTE.

A **perspectiva actual**, assenta naqueles determinantes que constituem uma “condição imutável”, com efeitos positivos ou negativos no desempenho energético do tipo de edifício em análise. Neste âmbito, destacam-se pela positiva, aquelas componentes próprias da arquitectura local como, por exemplo, as paredes em terra e em alvenaria de pedra, que apresentam bons níveis de desempenho térmico e constituem um aspecto a valorizar e preservar.

No que se refere às condições negativas, é este o caso, por um lado, daqueles determinantes relacionados com a envolvente como, por exemplo, a dimensão dos lotes, a largura das vias ou a inexistência de espaços exteriores, que são em grande parte imutáveis devido às condições consolidadas do edificado. Por outro, daqueles determinantes estruturais como, por exemplo, a forma dos telhados, o desenho e dimensão dos vãos ou a constituição das paredes exteriores que caracterizam os edifícios históricos, construídos antes de 1991 e vernaculares, e cuja melhoria em termos de desempenho energético pode implicar grandes alterações da arquitectura ou investimentos relevantes que não justificam este tipo de intervenção.

Em complemento a quanto acima foi referido surge a **perspectiva potencial**, que equaciona aqueles determinantes que caracterizam as várias categorias do edificado, e que se apresentam como domínios estratégicos com flexibilidade de intervenção para que o desempenho energético possa ser melhorado.

Posto isto, apresentam-se de seguida as análises SWOT de apoio à decisão, que identificam os principais pontos fortes e pontos fracos que é possível extrair da síntese anterior, correspondente às características intrínsecas do Concelho de Arraiolos, bem como às oportunidades e ameaças que se colocam em relação aos determinantes que poderão influenciar a implementação do potencial de energia renovável (Tabela 48) e o reforço da eficiência energética (Tabela 49).

Tabela 48: SWOT de apoio à decisão para a implementação do potencial de energia renovável

ENERGIA SOLAR: fotovoltaico e solar térmico
<i>Pontos fortes</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Elevados níveis de radiação solar; • Indústria e mercado em crescimento; • Tecnologia que contribui para a redução das emissões de CO₂, sem produção de resíduos nem poluição locais; • Desenvolvimento e especialização de empresas locais; • Possibilidade de associar a produção ao local de consumo.
<i>Pontos fracos</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Não há produção de electricidade durante a noite e nos dias nublados; • Elevados custos do investimento inicial para a instalação de sistemas fotovoltaicos; • Baixa adesão (voluntária) ao aproveitamento de fontes de energias renováveis.
<i>Oportunidades</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Perspectivas de investimentos privados externos e financiamentos públicos; • Aproveitamento das coberturas de edifícios para a produção de electricidade; • Incentivos para garantir o acesso à microprodução com base em critérios de interesse público; • Oportunidades de ligação de competências científicas e tecnológicas da área da energia solar com as actividades nos domínios da integração da energia solar em edifícios, agricultura e indústria; • Vantagens competitivas no alinhamento com a estratégia de especialização inteligente do Alentejo, concorrendo para a concretização do domínio: “Tecnologias Críticas, Energia e Mobilidade Inteligente”.
<i>Ameaças</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Impacto visual na paisagem e nos edifícios; • Necessidade de grandes áreas de solo no caso de centrais fotovoltaicas ou solar térmico de concentração.
BIOENERGIA: Biomassa e biogás
<i>Pontos fortes</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Criação de emprego; • Contributo para a diversificação do mix energético regional; • Desenvolvimento e especialização de empresas locais.
<i>Pontos fracos</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Custos para as operações de recolha, transporte e armazenamento da biomassa; • Investimento inicial por unidade de potência instalada com custo elevado.
<i>Oportunidades</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Gestão sustentável das florestas e prevenção dos incêndios; • Perspectivas de investimentos privados externos e financiamentos públicos; • Oportunidade de criação de centrais de biomassa, de carácter intermunicipal; • Vantagens competitivas no alinhamento com a estratégia de especialização inteligente do Alentejo, concorrendo para a concretização do domínio: “Tecnologias Críticas, Energia e Mobilidade Inteligente”.
<i>Ameaças</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de energia fóssil e emissões de CO₂ durante o ciclo de recolha, transporte e transformação; • Existência de um nível de incerteza para a definição dos objectivos e elaboração de políticas para a promoção do recurso.

REDE DE ENERGIA ELÉCTRICA
<i>Pontos fortes</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Rede de energia eléctrica cobre a totalidade do território concelhio e serve a população.
<i>Pontos fracos</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de energia eléctrica existente no concelho, não é complementado por unidades de produção de energia renovável.
<i>Oportunidades</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Potencial para poupança energética decorrente da expansão da rede de iluminação pública LED nos aglomerados; • Configuração espacial ramificada da rede, permite a implementação de soluções descentralizadas de produção de energia; • Potencial de reforço da eficiência energética da rede, com suporte na integração de tecnologias inteligentes (SmartGrid's e Smart Meter).
<i>Ameaças</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Impactes na paisagem rural do Município das linhas aéreas eléctricas de Média Tensão, Baixa Tensão, Postos de transformação e Subestações; • As servidões e restrições de utilidade pública aplicáveis às linhas de Alta e Média Tensão podem limitar o uso, ocupação e transformação do solo bem como o desenvolvimento de algumas actividades económicas.

As oportunidades que se perspectivam para a implementação das fontes de energia renovável no concelho, embora sejam restritas apenas à energia solar e à biomassa, são de vital importância e prendem-se essencialmente com a especialização das áreas rurais e a inovação tecnológica das redes de energia eléctrica. Por outro lado, as ameaças existentes que poderão ter impactes negativos no aproveitamento destes recursos energéticos, prendem-se sobretudo com as questões ambientais, económicas e logísticas.

No âmbito da eficiência energética, as análises SWOT ao nível dos aglomerados e dos edifícios (Tabela 49), constituem uma ferramenta de interpretação dos determinantes identificados nas matrizes de síntese apresentadas nas Tabela 46 e Tabela 47.

Tabela 49: SWOT de apoio à decisão para o reforço da eficiência energética nos aglomerados e edifícios

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS AGLOMERADOS	
<i>Pontos fortes</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Concelho focado na sustentabilidade energética e promotor da eco-construção; • Dinâmicas demográficas relativamente estáveis; • Baixa taxa de urbanização; • Densificação em torno dos nós e eixos das infra-estruturas viárias; • Migração das populações para o espaço urbano; • Aglomerados urbanos com utilização predominantemente habitacional; • Malhas urbanas claramente identificáveis, em consonância com as características morfológicas, nomeadamente ao nível dos núcleos urbanos históricos, consolidadas, áreas de nova expansão e das zonas para actividades industriais; • Equipamentos municipais, em geral, modernos e em bom estado de conservação; • Áreas de baixa densidade com morfologias lineares e dispersas que permitem a instalação de sistemas fotovoltaicos e colectores solares nas coberturas ou áreas envolventes sem efeitos sombreadores; • Lotes com dimensão adequada para a instalação de bombas de calor geotérmicas para o abastecimento de água quente e calor nos edifícios. 	
<i>Pontos fracos</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Rede urbana caracterizada por um conjunto de aglomerados e povoados formalmente heterogéneos e localizados de forma dispersa no território; • Morfologias compactas nos núcleos históricos e áreas consolidadas que limitam o acesso da radiação solar, da ventilação natural e provocam efeitos sombreadores no edificado; • Ausência de espaços exteriores e áreas verdes nos núcleos históricos dos aglomerados de maior dimensão; • Largura das vias que não permite o adequado afastamento entre os edifícios, inviabilizando o acesso da radiação solar e ventilação natural; • Orientação predominante das malhas dos pequenos núcleos com morfologia linear associada à rede viária. 	
<i>Oportunidades</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de programas específicos de regeneração energética dos aglomerados que assentem nos padrões morfológicos de urbanização identificados; • Criação de modelos de planeamento paramétrico bioclimático para as áreas de expansão e requalificação; • Reforço da eficiência dos aglomerados através de soluções específicas para a baixa densidade; • Programação de espaços exteriores e áreas verdes nos núcleos históricos e consolidados de acordo com os princípios da bioclimática à escala urbana; • Planeamento urbano solar para promover a eficiência de sistemas solares passivos, face às condições geoclimáticas do concelho. 	
<i>Ameaças</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Consumo elevado de energia nos núcleos históricos e consolidados, associado com a maior densidade de população e as condições do edificado; • Baixo grau de diversidade funcional dos espaços urbanos; • Falta de instrumentos e regimes de incentivo, de apoio e financiamento, públicos e privados, destinados à regeneração urbana. 	

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS EDIFÍCIOS

Pontos fortes

- Incidência de ventos predominantes no Outono e Primavera;
- Insolação elevada;
- Elevadas amplitudes térmicas diárias;
- Uniformidade tipológica dos edifícios;
- Edifícios de tradição vernacular, construídos de acordo com princípios bioclimáticos e materiais locais com elevado desempenho térmico;
- Atitude proactiva da Autarquia em relação ao reforço da eficiência energética à escala dos edifícios de habitação, iluminação pública e equipamentos de utilização colectiva.

Pontos fracos

- Padrões de consumo doméstico de energia eléctrica por habitante acima da média nacional⁹⁸;
- Maior incidência de edifícios construídos antes de 1991;
- 65% dos edifícios residenciais certificados apresentam classes energéticas que variam entre C e E;
- Factores de condicionamento associados ao valor arquitectónico e cultural dos edifícios nos núcleos históricos;
- Materiais da envolvente dos edifícios construídos antes de 1991, com elevados coeficientes de transmissão térmica e sem isolamento;
- Elevada incidência de janelas com vidros simples e caixilharias de baixo desempenho;
- Utilização difusa de aquecedores eléctricos no Inverno e ar condicionado no Verão o que justifica o consumo verificado.

Oportunidades

- Integração do reforço da eficiência energética no Programa Estratégico de Reabilitação das Habitações a implementar, com recurso a investimento público e privado, considerando também o aspecto social dos Estratos Sociais Desfavorecidos;
- Criação de mecanismos de autofinanciamento, baseados em sinergias entre redução dos consumos e produção de energia solar ao nível dos edifícios públicos;
- Promoção de técnicas tradicionais de construção e materiais locais;
- Criação de condições de ventilação natural e sombreamento solar nos edifícios existentes para o controlo do sobre/subaquecimento;
- Incentivo ao projecto bioclimático para a construção de edifícios novos;
- Consciencialização da população sobre como implementar a eficiência energética e as respectivas vantagens;
- Redução da procura de energia através da instalação de sistemas solares de micro-geração e produção de águas quentes sanitárias;
- Condições favoráveis para a climatização dos edifícios através de bombas de calor geotérmico;
- Incentivo à adopção de contadores inteligentes para sensibilizar a população sobre a forma de como a energia eléctrica é utilizada.

Ameaças

- Salário médio mensal dos indivíduos residentes no concelho de 832 €;
- Incidência elevada de população idosa nos aglomerados rurais;
- Ausência de recursos financeiros, por parte de alguns aglomerados familiares;
- Baixa aceitação social;
- Custos das intervenções de reabilitação energética, que podem ser elevados no caso dos edifícios existentes construídos antes de 1991;
- Falta de competências técnicas instaladas a nível local para intervenções de reabilitação energética nos edifícios antigos.

⁹⁸ Refere-se que de acordo com os dados disponibilizados pelo INE, o consumo doméstico de energia eléctrica em Arraiolos foi em 2013, de 1424 kWh/hab, sendo o valor de referência ao nível de Portugal Continental de, 1188 kWh/hab.

As duas análises SWOT auxiliam um diagnóstico de natureza prospectiva que pretende articular o planeamento do território, o urbanismo e a arquitectura na formulação de propostas de actuação específicas e adequadas as escalas espaciais dos aglomerados e dos edifícios.

No que concerne às oportunidades ao nível dos aglomerados, resulta evidente que as orientações a propor no PDM deverão consubstanciar intervenções de desenho e recomposição dos tecidos urbanos de forma a melhorar a incidência de alguns determinantes bioclimáticos, físicos e funcionais. Assim, é possível entender que se trata de um domínio onde a autarquia e os seus órgãos de planeamento e urbanismo terão um papel determinante, sendo também este o ponto que poderá constituir uma ameaça caso aconteçam falhas processuais, estratégicas ou orçamentais no processo de implementação.

Por outro lado, a análise SWOT ao nível dos edifícios permite entender que existe um conjunto vasto de oportunidades, sendo algumas delas relacionadas com medidas de reforço ordinárias e outras já mais especializadas, em resultado da articulação entre condições naturais e características físicas do próprio edificado. Mas, é também neste domínio que emerge um conjunto de ameaças de base social e económica, que poderão inviabilizar qualquer tipo de iniciativa decorrente da programação estratégica a preconcizar.

Após ter traçado este quadro de referência para a fundamentação conceptual e técnica da abordagem às áreas edificadas existentes e futuras, consideram-se reunidas as condições para avançar com a proposta do modelo “Arraiolos Net-Zero”.

5.3.5 Modelo “Arraiolos Net-Zero”

O objectivo geral da proposta do modelo “Arraiolos Net-Zero”, centra-se na tradução dos resultados das etapas de avaliação da eficiência energética e do potencial de energia renovável em orientações estratégicas e cenários prospectivos, que possibilitem concretizar a visão de balanço de energia nulo à escala do município. Assim sendo, os objectivos estratégicos definidos de acordo com o conhecimento adquirido e reflectido na anterior fase de análise e diagnóstico, assentam em:

- Estruturar as áreas rurais criando as condições para a sua especialização na produção

da energia solar e biomassa, em consonância com os respectivos pressupostos de sustentabilidade;

- Reforçar a eficiência energética à escala do município através da elaboração de regras, parâmetros de urbanização e programas específicos, que suportem a implementação de acções de planeamento aos níveis da rede urbana, dos aglomerados e dos edifícios;
- Criar um modelo de implementação que seja eficiente, participado e tecnicamente e financeiramente viável;

Nos pontos anteriores identificaram-se, de forma sintética, os objectivos-chave do modelo “Arraiolos *Net-Zero*”, sendo a sua formalização remetida para um conjunto de directrizes e estratégias que irão integrar os elementos constituintes e de acompanhamento⁹⁹ da proposta final do PDM que se apresentam em seguida.

➤ **Energia renovável**

Com base no quadro de diagnóstico sobre o potencial de produção de energia renovável, identificam-se duas metas gerais que se pretendem projectar para o futuro do concelho:

Arraiolos Solar – “Solar” refere-se à conjugação de diferentes formas de aproveitamento da energia solar, no sentido de desenvolver condições sólidas para a implementação sustentável deste recurso no município;

Arraiolos Bio – “Bio” refere-se à criação de um modelo espacial, que suporte a rede de recolha de matéria-prima ao nível municipal e intermunicipal e defina a localização de uma central de biomassa para o respectivo tratamento.

É, pois, através destas duas metas, que a componente de produção de energia do modelo será transposta no território de Arraiolos, enquanto veículo para alcançar a visão delineada de balanço energético nulo. Neste âmbito, é determinante que o processo de ordenamento do território adeque em si uma estrutura de suporte efectivo da

⁹⁹ De acordo com os termos do n.º 1 e n.º 2 do artigo 97º do RJIGT, entendem-se elementos constituintes do PDM: o Regulamento, a Planta de Ordenamento e a Planta de Condicionantes; elementos que acompanham: o Relatório, que explicita a estratégia e modelo de desenvolvimento local; elementos que complementam: programas, planos de acção, entre outros.

implementação destas metas, garantindo as condições para assegurar a sua sustentabilidade e a ocorrência de competitividade, atractividade e inovação que este processo irá requerer.

Assim sendo, **“Arraiolos Solar”** constitui a primeira componente estruturante do modelo *Net-Zero*. Esta meta enquadra-se nas opções estratégicas assumidas no PROT-A para o Alentejo, pretendendo contribuir para a construção da aposta da Região na promoção da energia solar e no desenvolvimento do respectivo cluster de excelência de nível nacional e internacional.

A promoção da energia solar no concelho assenta na criação das bases para o desenvolvimento sustentável deste recurso, tendo em consideração a necessidade de acomodar o conjunto de oportunidades e ameaças, articuladas e interdependentes, evidenciadas na fase de diagnóstico. Posto isto, o aproveitamento da energia solar, prende-se com a instalação de unidades centralizadas e descentralizadas, baseadas nas tecnologias fotovoltaica e térmica. Por sua vez, o aspecto tecnológico deve ser alinhado com os critérios da sustentabilidade nas suas três vertentes: ambiental, económica e social.

Tendo isto em consideração, a espacialização territorial do modelo *“Arraiolos Solar”*, assenta em 3 estratégias estruturantes (EE), em consonância com os critérios de sustentabilidade e em articulação com o Regulamento do PDM e um Programa de Acção Territorial (PAT) – Sinergia Solar a propor (Tabela 50:).

A opção de utilizar um conjunto de PATs, como elementos complementares do PDM, prende-se com a necessidade de dispor de instrumentos mais flexíveis que permitam enquadrar o processo de ampla difusão das tecnologias solares no território, definindo o respectivo quadro estratégico e coordenando e compatibilizando as actuações de múltiplos agentes, públicos e privados.

Tabela 50: Quadro de estratégias do modelo “Arraiolos Solar”

EE1	FOMENTAR A INSTALAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS E DE SOLAR TÉRMICO NOS EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO E SERVIÇOS
Critérios de sustentabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar áreas para a produção de energia limpa, que não proporcionam efeitos negativos no uso e ocupação dos solos; • Diminuir a procura de energia de fontes não renováveis; • Equilibrar a ocupação do território em função do balanço potencial entre produção e consumo de energia;
Regulamento PDM	<ul style="list-style-type: none"> • O desenho urbano das novas áreas de expansão deve ser concebido de modo a alcançar volumes e forma dos edifícios, que garantam áreas com orientação solar a Sul e dimensão adequada para a instalação de sistemas fotovoltaicos e colectores solares, nos elementos da envolvente (cobertura, fachada ou alpendres/telheiros anexos ao edifício); • Definir detalhes métricos para as vias, os espaços exteriores e afastamento/alinhamento entre edifícios, com vista a evitar efeitos de sombreamento entre edifícios; • Nos novos edifícios deve ser prevista a instalação de sistemas fotovoltaicos e colectores solares nas coberturas ou integrados nos elementos da envolvente (fachadas, dispositivos de sombreamento tipo <i>Brise-Soleil</i>, e varandas); • No caso de operações urbanísticas de reabilitação de edifícios em núcleos históricos, devem sempre ser avaliadas as condições técnicas e económicas para integrar sistemas fotovoltaicos e colectores solares, com baixo impacto visual nos elementos arquitectónicos de valor patrimonial; • No caso de operações urbanísticas de reabilitação de edifícios em áreas consolidadas, sempre que haja viabilidade técnica e económica, devem ser instalados sistemas fotovoltaicos e colectores solares;
Objectivos a alcançar	<ul style="list-style-type: none"> • Complementar as necessidades de iluminação e climatização dos edifícios; • Estimular o recurso ao autoconsumo de energia eléctrica solar no sector residencial; • Substituir os contadores tradicionais por sistemas integrados de monitorização e gestão inteligentes; • Promover a investigação e inovação nas áreas do desenvolvimento tecnológico, em particular, no âmbito de sistemas fotovoltaicos e colectores solares de alta eficiência e integrados nos edifícios antigos e vernaculares; • Criar um contexto atractivo para estimular os investimentos na área da energia solar; • Promover o mercado do solar fotovoltaico e térmico e criar emprego à escala local; • Incentivar e dinamizar a criação do Cluster Solar, aproveitando as potencialidades naturais do concelho numa acção pioneira ao nível da região Alentejo.

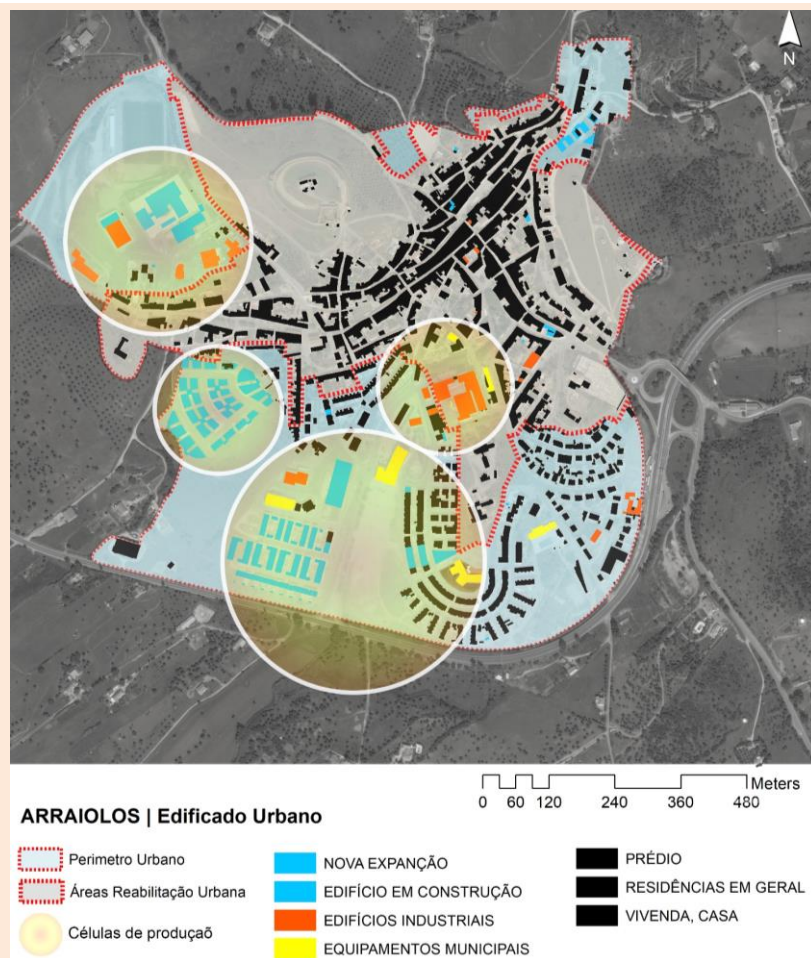


Figura 129: Cenário I: produção de energia solar nos edifícios de habitação e serviços

EE2	INCENTIVAR A INSTALAÇÃO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS NAS GRANDES COBERTURAS DE EDIFÍCIOS INDUSTRIAIS E EQUIPAMENTOS MUNICIPAIS
Crítérios de sustentabilidade	<ul style="list-style-type: none"> Utilização de áreas para a produção de energia limpa que não proporcionem efeitos negativos no uso e ocupação dos solos nem resultam em impactos visuais na paisagem rural; Diminuição da procura de energia de fontes não renováveis; Envolvimento da população e das empresas privadas na sustentabilidade energética e aumento do contexto de responsabilidade social;
PAT	<ul style="list-style-type: none"> Criação de PAT – Sinergia Solar, que terá por base o diagnóstico do potencial de produção de energia fotovoltaica nas coberturas dos edifícios, a reverter num mecanismo que assegure a instalação de sistemas fotovoltaicos, para autoconsumo e complemento da procura de energia à escala do quarteirão/aglomerado, cujo financiamento e responsabilidade pela exploração incumbem, no todo ou em parte, ao parceiro privado.
Objectivos a alcançar	<ul style="list-style-type: none"> Complementar as necessidades energéticas dos equipamentos municipais; Promover a investigação e inovação nas áreas do desenvolvimento tecnológico, em particular, no âmbito das redes inteligentes à escala dos edifícios e aglomerados; Criação de contexto atractivo para estimular os investimentos privados individuais e colectivos; Impulso à criação de Comunidades Solares;

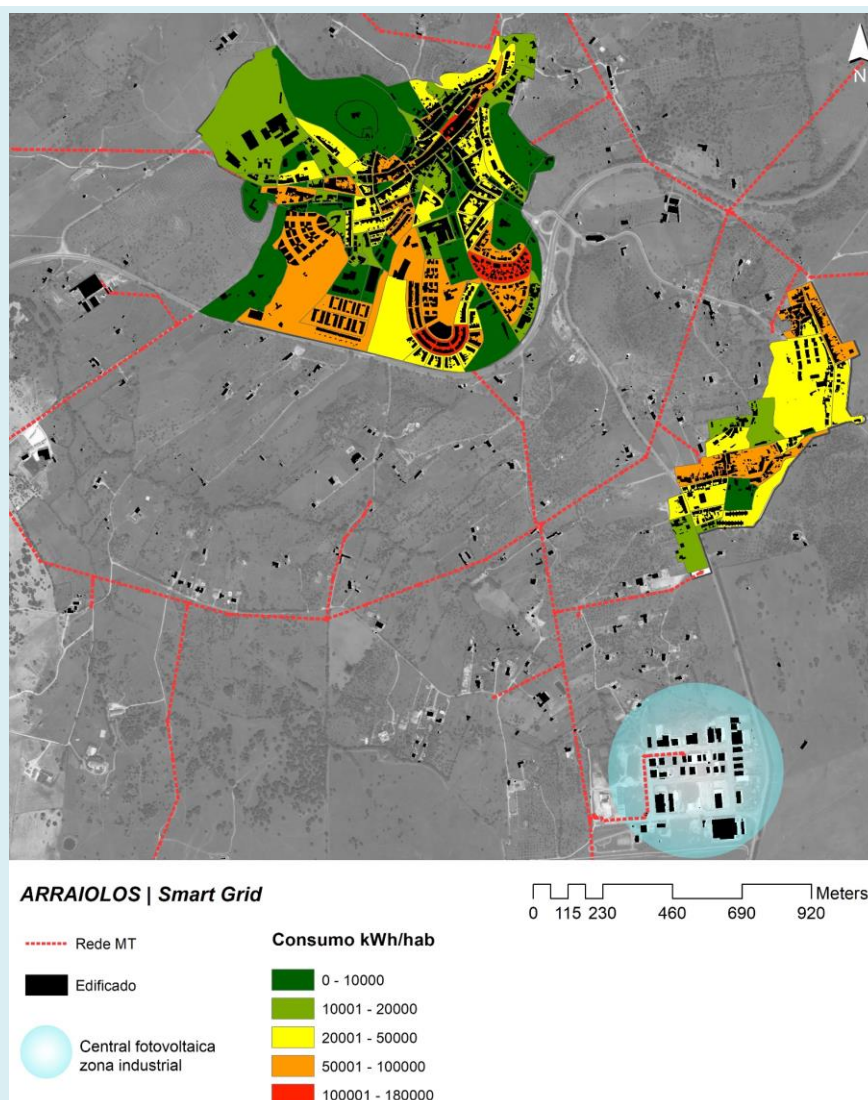


Figura 130: Cenário II: produção de energia solar nos edifícios industriais e municipais

EE3

PROMOVER A INSTALAÇÃO DE PEQUENAS CENTRAIS FOTOVOLTAICAS E DE CONCENTRAÇÃO EM ÁREAS DEGRADADAS

Crítérios de sustentabilidade

- Utilização de áreas para a produção de energia limpa, que não proporcionem efeitos negativos no uso e ocupação dos solos nem resultam em impactos visuais na paisagem rural;
- Preservar as áreas de RAN e REN numa óptica de uso sustentável e de gestão eficaz do espaço rural;
- Aproveitar áreas degradadas - envolvente de pedreiras e zonas industriais e áreas com solos contaminados e sem valor paisagístico, de preferência junto a centros urbanos;

Regulamento PDM

- Integrar o uso de produção de energia solar na qualificação do solo rural;
- Prever a constituição de servidões e a existência de restrições, que se destinem a facilitar o estabelecimento dessas infra-estruturas;

Objectivos a alcançar

- Complementar as necessidades energéticas dos aglomerados e actividades económicas no município;
- Promover a investigação e inovação nas áreas do desenvolvimento tecnológico, em particular, no âmbito das redes inteligentes municipais e no solar de concentração;
- Criação de um contexto atractivo para estimular os investimentos privados;
- Impulso à criação de Comunidades Solares;

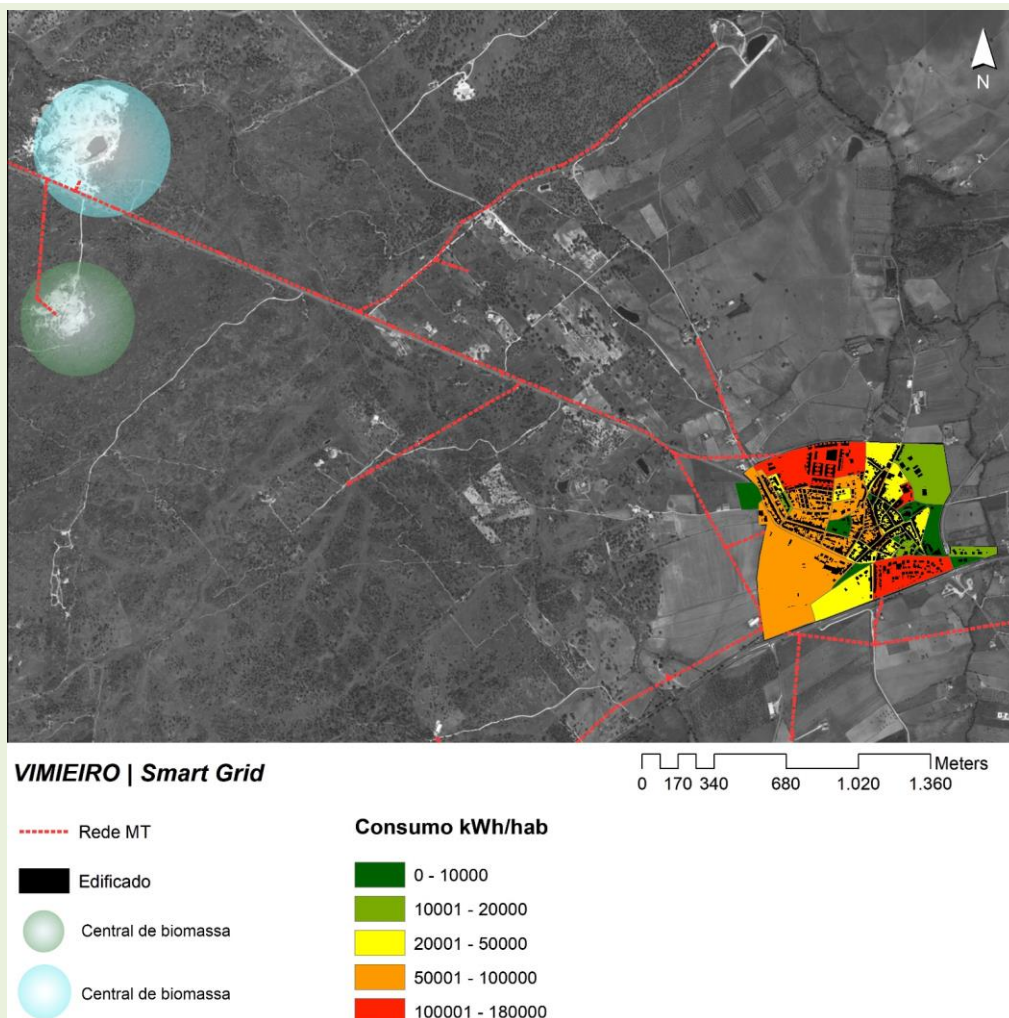


Figura 131: Cenário III: produção de energia solar em áreas degradadas



Figura 132: Proposta de localização de uma central fotovoltaica no concelho

O quadro delineado torna evidente a todos os intervenientes do processo de planeamento, os critérios de sustentabilidade a observar na espacialização territorial do modelo “Arraiolos Solar”, as orientações a seguir na elaboração dos documentos de formalização do processo de revisão do PDM e os resultados expectáveis da implementação de cada estratégia. Por sua vez, a cenarização para a implementação dos sistemas fotovoltaicos e colectores solares nos edifícios de habitação e serviços, bem como nas grandes coberturas industriais e dos edifícios de equipamento, e a promoção de pequenas centrais fotovoltaicas ou solar de concentração em áreas degradadas, formaliza uma abordagem por células de actuação, espacialmente e funcionalmente identificadas, que possam vir a ter implementação no município de acordo com um plano faseado.

A segunda componente estruturante do modelo “Arraiolos *Net-Zero*”, prende-se com o potencial de aproveitamento da biomassa que existe no concelho para a produção de energia. As áreas de recolha de resíduos para valorização energética identificadas na Figura 126, constituem um referencial que justifica equacionar a biomassa de resíduos provenientes da recolha sistemática de matos em florestas, prados, terrenos incultos, bermas das estradas. No entanto, a meta “**Arraiolos Bio**” assenta numa abordagem estruturante, que vai além dos limites do município e prevê a proposta de elaboração de um PAT, de incidência intermunicipal. Esta posição prende-se directamente com os requisitos de operacionalização e implementação da biomassa, cuja diversidade e distribuição geográfica extensa e dispersa, bem como variável ao longo do tempo, obriga a interpelar o território enquanto suporte físico e logístico, local de limpeza, de produção de energia renovável e, como tal, um sistema onde se deve desenvolver uma estratégia de planeamento intermunicipal.

Assim, considera-se relevante a proposição de um PAT de “*cluster* intermunicipal da bioenergia” que, tendo por base um estudo do potencial de biomassa em Arraiolos e nos municípios envolventes, possa promover a adequada articulação entre estratégias e intervenções que este modelo requer. A aplicação prática prende-se com um conjunto de domínios de intervenção capazes de promover sinergias entre uso inteligente do solo, produção de bioenergia e preservação de incêndios, que são adaptáveis e replicáveis em qualquer município (Figura 133).

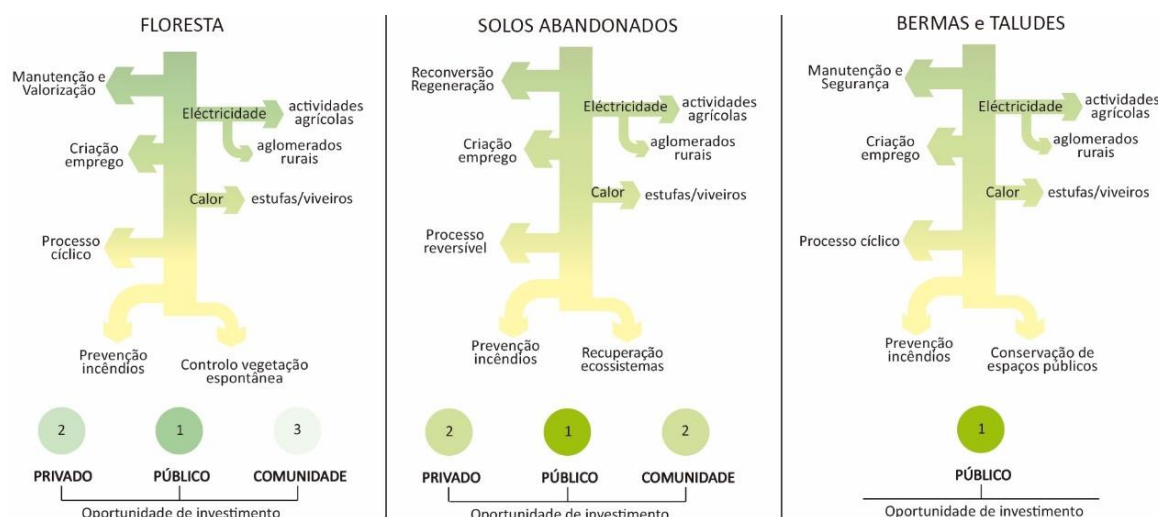
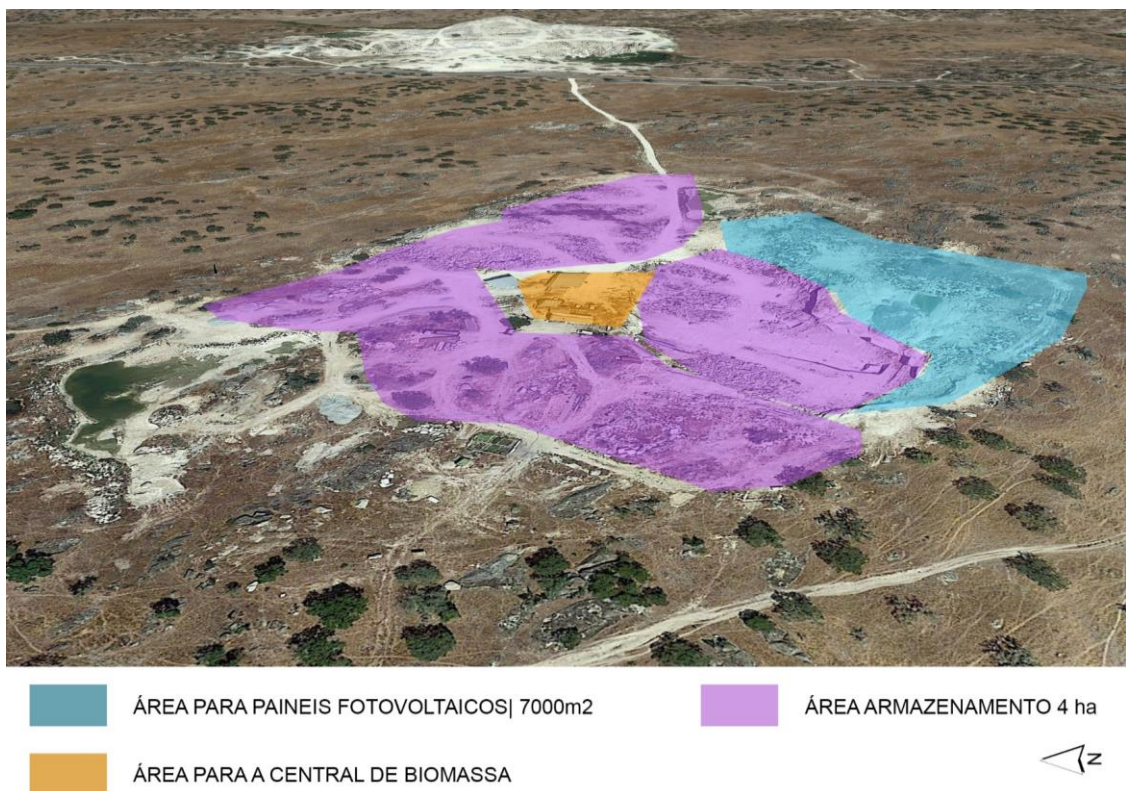
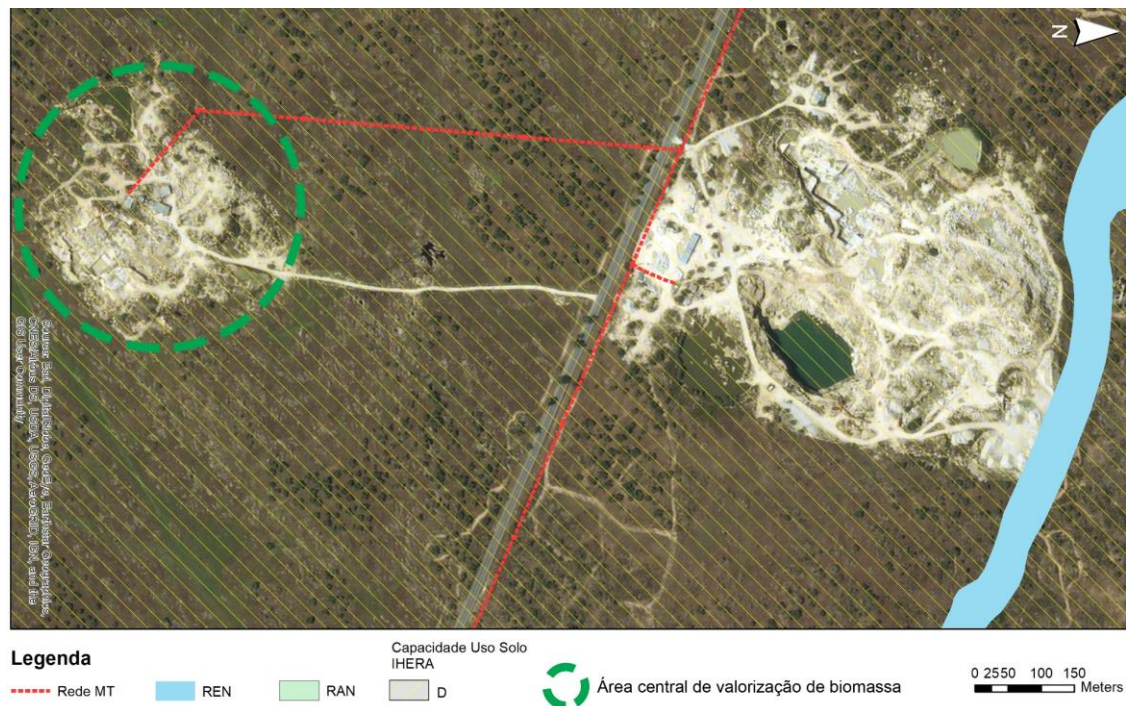


Figura 133: Exemplo de domínios de intervenção para o suporte do “cluster intermunicipal de bioenergia”

Neste âmbito é ainda de referir a prevenção dos incêndios como factor chave para garantir a segurança das populações, sendo que a estratégia proposta, responde ao disposto pelo Decreto-Lei n.º 64/2017. A potencial localização de uma central de valorização de biomassa no concelho de Arraiolos, assenta nos seguintes pressupostos:

- A centralidade do concelho de Arraiolos face à heterogeneidade de solos com potencial para a recolha de matéria-prima;
- A existência de eixos principais que, atravessando de forma radial a área de intervenção, permitem otimizar a rede de recolha de matéria-prima e respectiva logística;
- A proximidade às redes de energia eléctrica de MT (Figura 106);
- Os declives suaves que caracterizam o território em análise;
- A inexistência de centrais de biomassa na Região do Alentejo Central (ver APREN&INEGI, 2016);
- A possibilidade de implantação na zona de pedreiras, envolvente ao segundo maior aglomerado do concelho: Vimieiro. Neste âmbito, a proposta teve em conta os seguintes critérios específicos: 1. não colocar em risco a paisagem rural e os solos integrados na REN e RAN (Figura 134); 2. considerar a necessidade de identificar áreas para o armazenamento de matéria-prima (Figura 135); 3. localizar a central afastada dos aglomerados evitando a poluição e ou eventuais maus cheiros.



¹⁰⁰ De notar, que a capacidade de uso dos solos em estudo insere-se na classe D: solos que têm uma capacidade de uso baixa, limitações severas, riscos de erosão elevados a muito elevados, não susceptíveis de utilização agrícola, salvo em casos muito especiais, poucas ou moderadas limitações para pastagem, exploração de matas e exploração florestal, conforme o estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 73/2009, artigo nº 7.

Assim sendo, a proposta “Arraiolos Bio” tem suporte no seguinte mapa esquemático (Figura 136), onde se sistematizou um conjunto de informação espacial para fundamentar a elaboração do “cluster intermunicipal da bioenergia” e respectivo PAT.

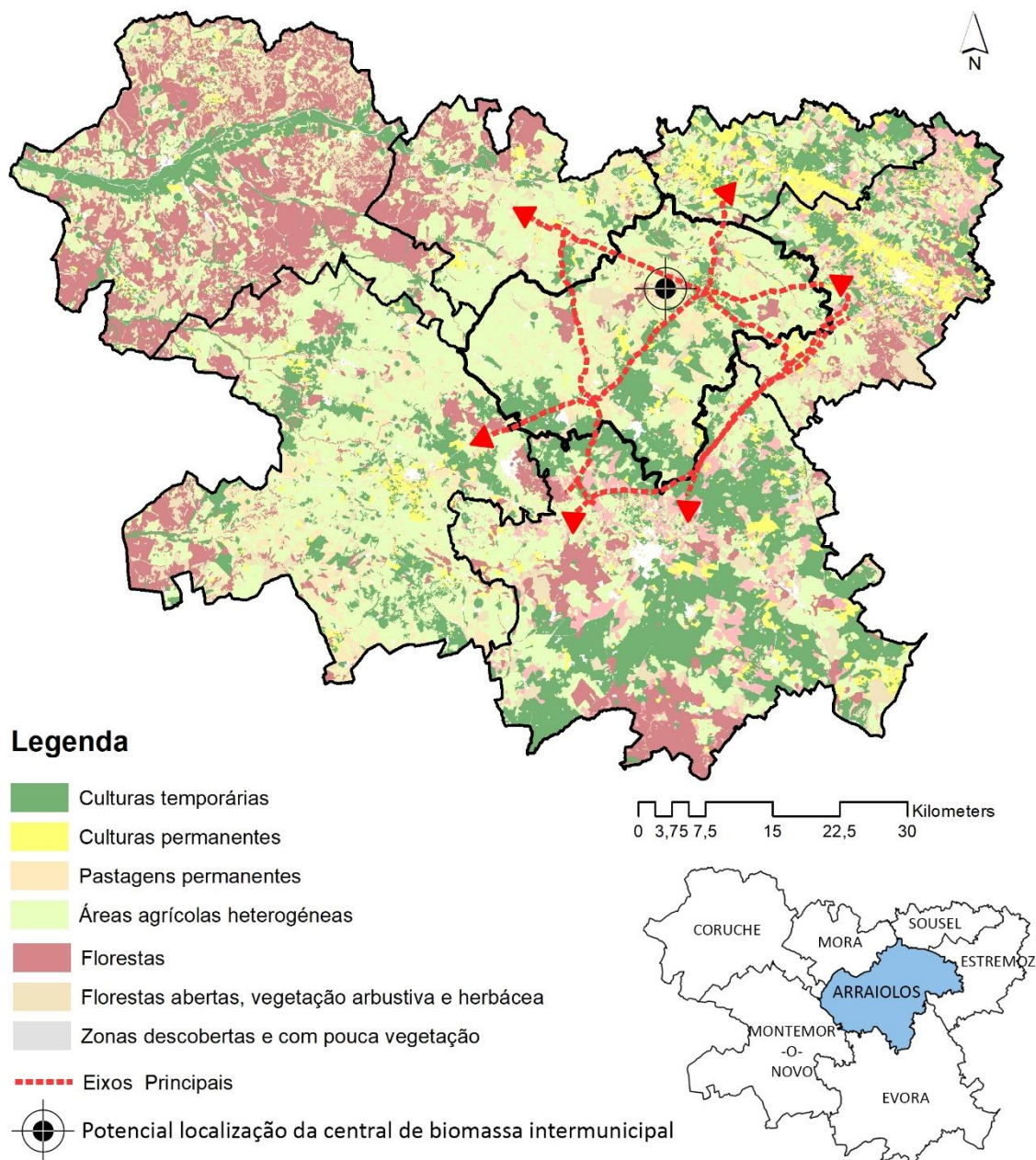


Figura 136: Distribuição geográfica das áreas com potencial de biomassa e potencial localização da central de biomassa intermunicipal em Arraiolos

No que respeita ao contributo das áreas com potencial de biomassa, apresenta-se uma quantificação preliminar realizada com base nas classes de ocupação do solo da COS 2007 N2, por cada município abrangido pela proposta de cluster, evidenciando-se as coroas de recolha (Figura 137) face à localização de uma central de valorização a localizar em Arraiolos.

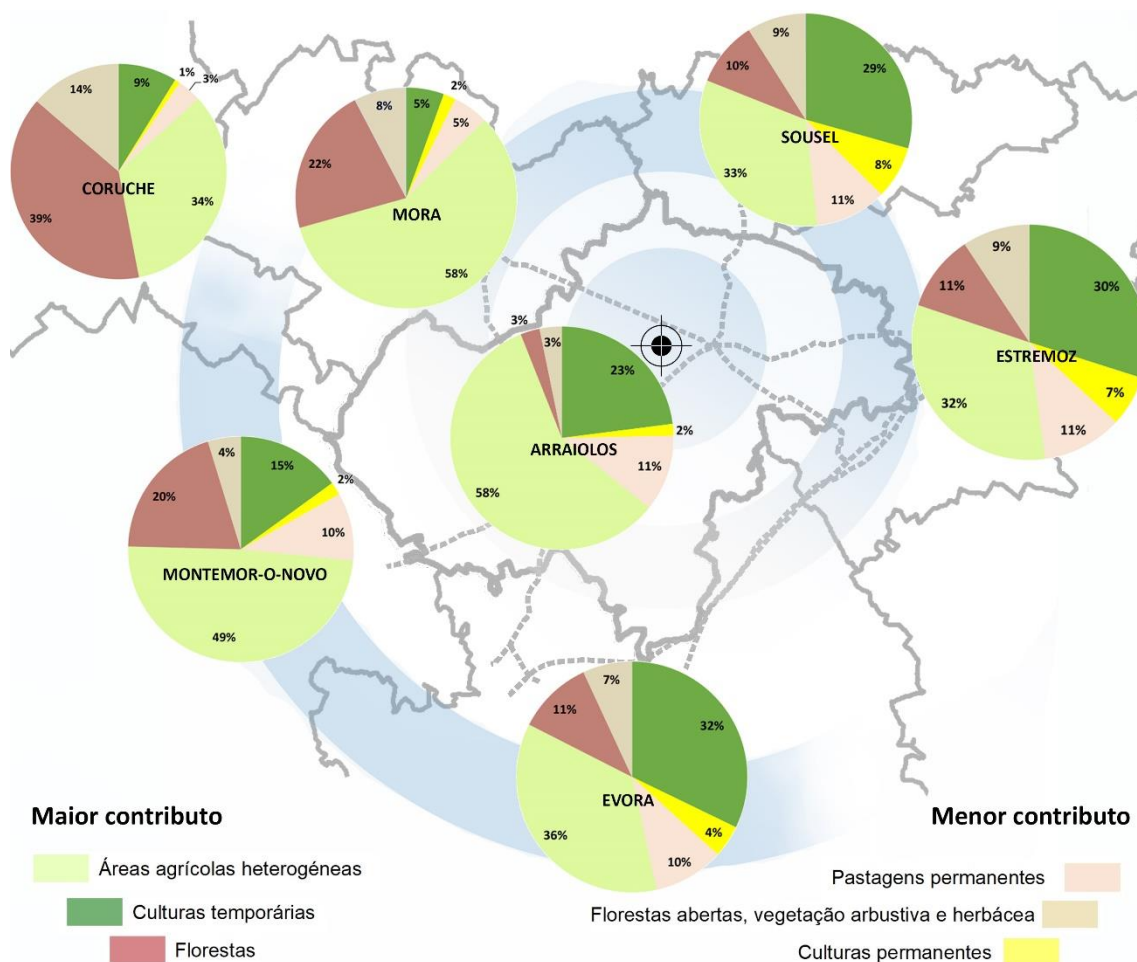


Figura 137: Quantificação dos contributos com potencial de biomassa por cada município abrangido pela proposta de *cluster*

Deste modo, estima-se que as maiores quantidades de biomassa provenham das áreas agrícolas heterogêneas e das florestas localizadas nos concelhos de Montemor-o-Novo, Coruche, Mora e Arraiolos, onde, o Sobreiro e a Azinheira são as espécies predominantes. Por outro lado, as culturas temporárias nos concelhos de Évora, Estremoz e ainda em Arraiolos são as que podem proporcionar o quantitativo de resíduos agrícolas mais elevado.

As considerações acima referidas devem ser interpretadas através de uma perspectiva exploratória e proactiva, sendo contudo, necessários estudos de suporte mais específicos, incluindo em particular, a análise detalhada das vertentes da produção efectiva de energia e da viabilidade técnica e económica. Posto isto, a proposta de “Arraiolos Bio” resulta numa abordagem estratégica que visa tornar evidente a relevância do po-

tencial de biomassa no Alentejo Central, sendo a elaboração de um PAT de “cluster intermunicipal de bioenergia”, impulsionado pelo processo de revisão do PDM de Arraiolos, o instrumento adequado para a construção do processo operativo.

Em termos de redes eléctricas, o modelo “Arraiolos Net-Zero” assenta em quatro orientações chave, no que diz respeito à articulação entre as unidades de produção propostas e as redes existentes com o processo de planeamento municipal:

- A instalação de novas unidades de produção, deve ser feita em função do potencial do recurso energético proporcionado pelas condições naturais do local, mas também considerando a configuração espacial da rede eléctrica existente, articulada com as respectivas condicionantes legais e naturais e reserva de espaços para manutenção e exploração, bem como na qualificação do solo e preservação da paisagem;
- O critério de proximidade entre redes existentes e futuras ligações para as novas unidades de produção, possibilita uma estratégia de facilidade técnica e financeira que se pode tornar um factor chave para viabilizar, ou não, um dado projecto.
- Na elaboração do PDM caberá a cada entidade concessionária a elaboração do modelo de extensão das suas redes, de forma a integrar todas as futuras unidades de produção de energia renovável permitidas pelo PDM.
- A extensão e actualização das redes deverá ter em conta o planeamento das futuras áreas de edificação, os respectivos padrões de consumos e a necessidade de integrar sempre sistemas inteligentes para a medição e optimização do balanço energético à escala dos aglomerados e do município.

➤ ***Eficiência energética***

Ao nível do reforço da eficiência energética, considerou-se indispensável transpor este tema para o nível do PDM através de uma abordagem integrada, focada nas componentes de sensibilização e participação ao nível do projectista, decisor político e público em geral. Esta posição decorre do entendimento que o edificado representa o sector que mais influencia o desempenho energético do concelho, tornando-se no principal vector de intervenção que garanta uma implementação eficaz e faseada ao longo do tempo das acções de planeamento energético a desenvolver. Neste sentido, o reforço da eficiência energética no município de Arraiolos começa pelo reconhecimento

dos diferentes padrões morfológicos, que caracterizam o modelo de ocupação do edificado no espaço urbano e rural actual, e no qual se possam vir a concretizar as estratégias de redução dos consumos de energia (Figura 138).

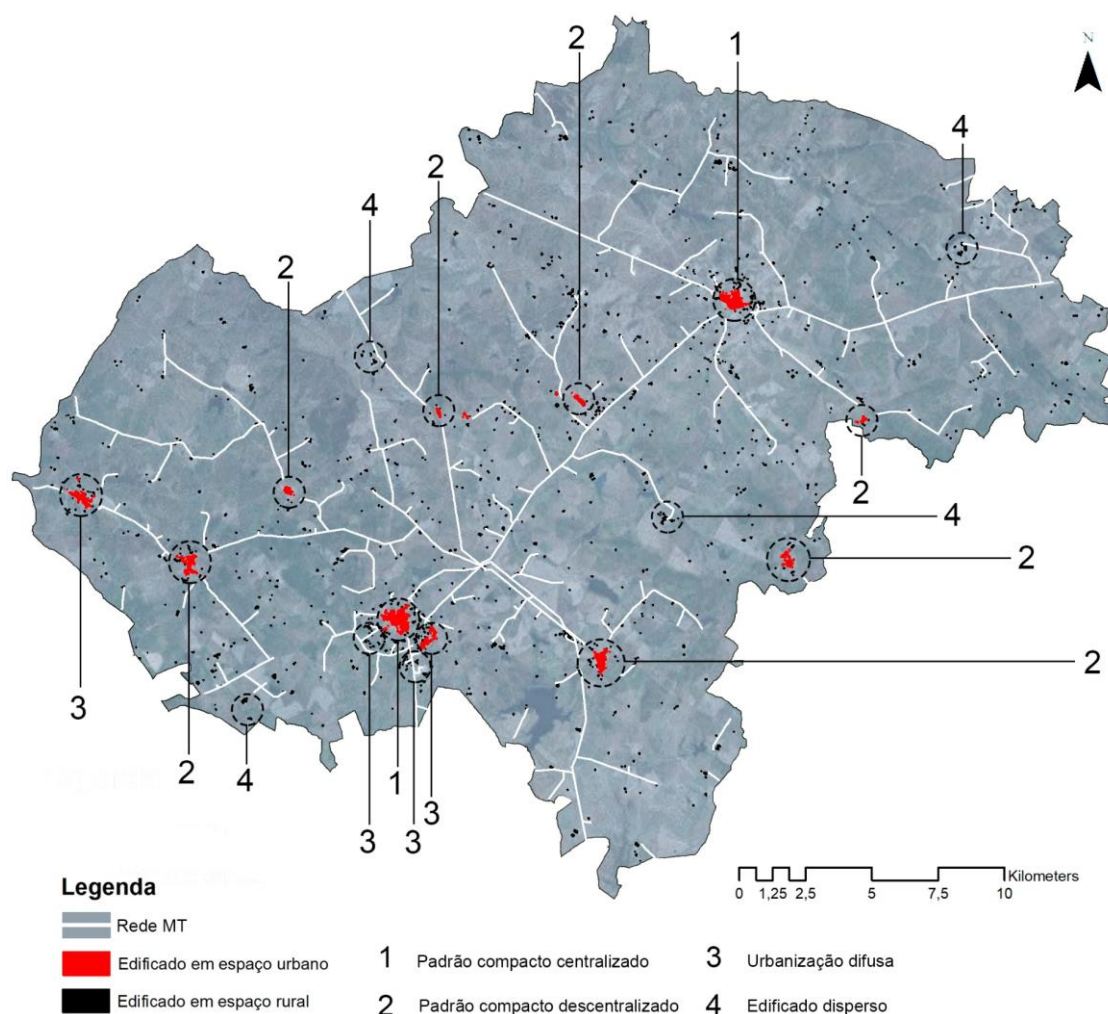


Figura 138: Padronização da ocupação do edificado no concelho

A análise espacial acima apresentada, classifica o conjunto edificado existente, de acordo com o uso do solo urbano e rural em termos de padrões morfológicos. Identificam-se as seguintes tipologias: 1. Compacto centralizado; 2. Compacto descentralizado; 3. Urbanização difusa e 4. Edificado disperso. O conceito de centralidade, adoptado neste estudo, reflecte o papel polarizador e complementar dos dois maiores centros urbanos do concelho: Arraiolos e Vimieiro.

É aqui que se encontram as densidades habitacionais mais elevadas e onde a variedade do edificado existente e as dinâmicas urbanísticas verificadas, colocam a necessidade de uma abordagem integrada para melhoria do desempenho energético às

diferentes escalas. Deste modo, a classificação proposta visa permitir uma sistematização coerente do modelo espacial do edificado, convergindo para domínios específicos de intervenção de acordo com a abordagem integrada esquematizada na Figura 139.

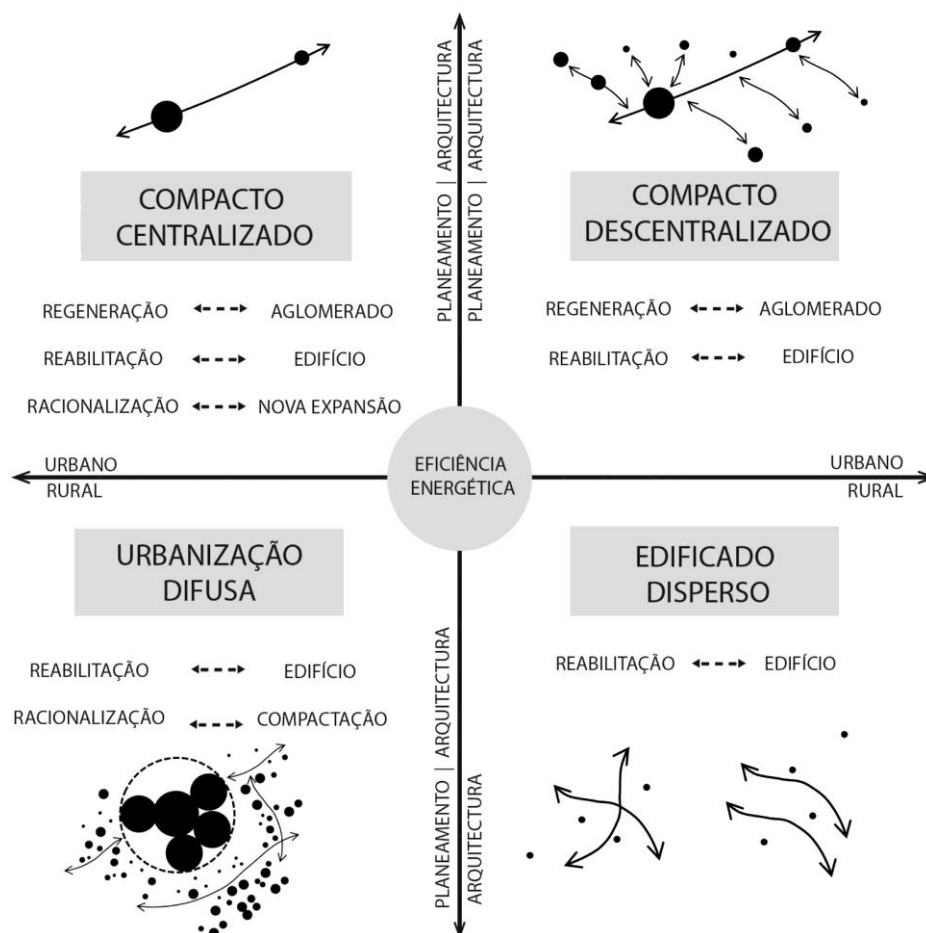


Figura 139: Abordagem integrada para o reforço da eficiência energética no concelho de Arraiolos

A subdivisão entre edifícios em espaço urbano e rural prende-se com a formulação de estratégias que se adequem aos dois contextos de intervenção espacialmente delimitados: os aglomerados urbanos, que contêm diversidade de tipologias de edifícios e diferentes formas de moldar os espaços, características extremamente variáveis; e os edifícios localizados no espaço rural, cujo modelo em termos gerais corresponde à implantação da casa individual no meio do campo ou pequenos grupos de habitações em formas de aldeias e povoamentos.

A reflexão sobre estes aspectos é importante não só pela ligação directa com os determinantes do desempenho energético em cada espaço morfológico, mas também pelos factores sociais que lhe estão associados. Neste âmbito, a dicotomia social entre população urbana e rural representa um dos aspectos mais importantes a ter em conta,

para que o reforço da eficiência energética aconteça no concelho. Esta afirmação prende-se, pois, com o conjunto vasto de medidas de eficiência energética, comumente utilizadas na reabilitação dos edifícios, que implicam custos iniciais.


A população rural apresenta índices de envelhecimento mais elevados, baixos níveis de formação e rendimento e dificuldades em ter acesso à informação, factos estes, que têm um grande impacto quando relacionados com os aspectos económicos subjacentes ao aumento da eficiência energética no edificado existente. O entendimento de que estes custos são compensados pela redução dos consumos associados à sua utilização, num horizonte temporal de curto prazo, é algo que nem sempre incentiva as pessoas, tanto mais que estas não têm já à partida conhecimentos suficientes nem meios económicos para suportar as intervenções.

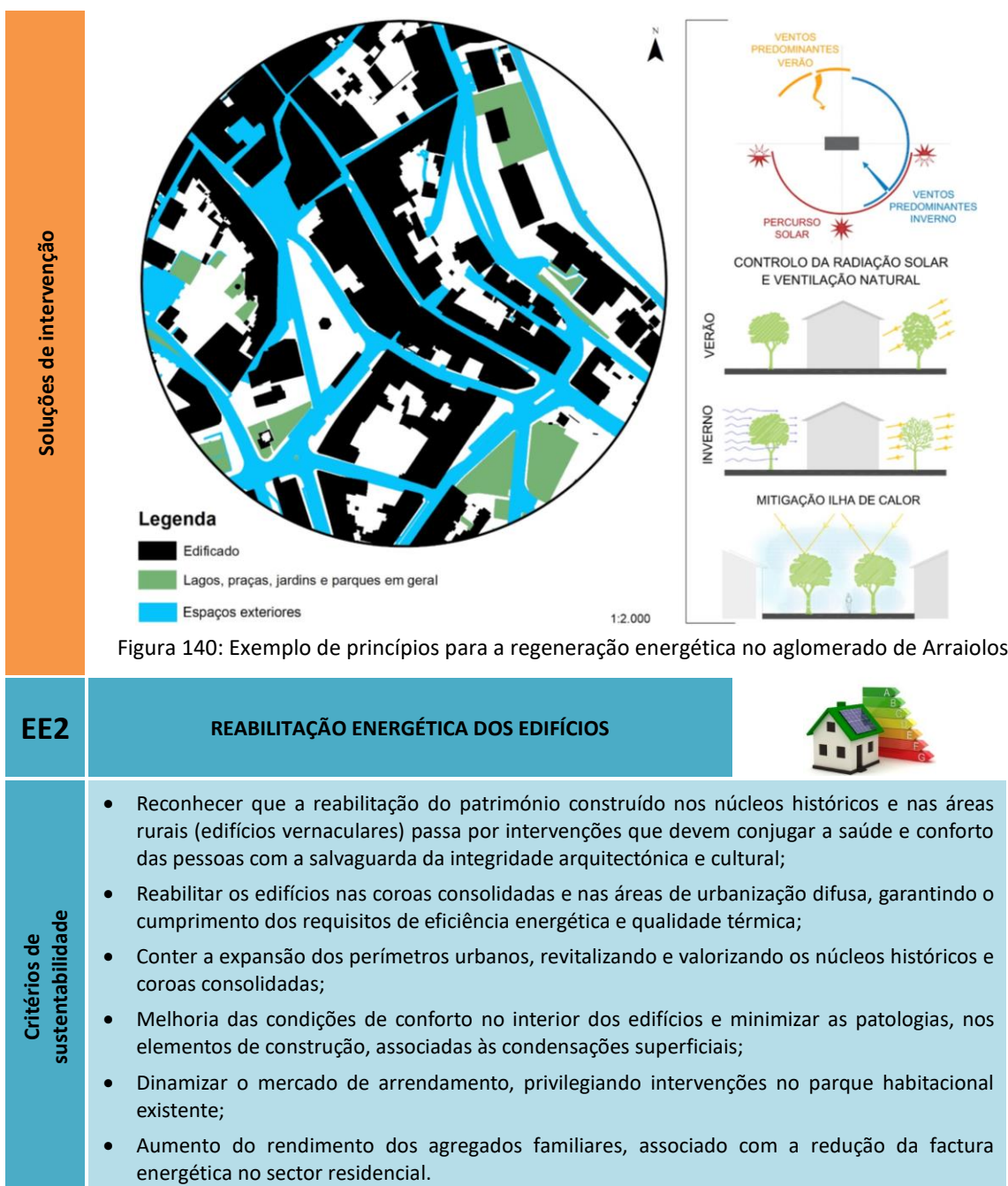
Por outro lado, a mentalidade da população urbana, mais jovem e em idade activa resulta sempre mais aberta à ideia de investir em medidas de eficiência energética pelo seu conhecimento sobre os benefícios económicos dos resultados positivos em termos de conforto e sustentabilidade face ao ambiente. É de salientar que estas premissas colocam a componente social como elemento determinante para o desenvolvimento energético sustentável do município, tornando evidente a necessidade de criar programas e acções específicas para cada uma destas realidades.

A abordagem proposta para o reforço da eficiência energética resulta da articulação entre as formas de ocupação do solo urbano e rural e os respectivos aspectos sociais a ter em conta e assenta na implementação de uma estratégia firmada em três eixos fundamentais (Tabela 51):

1. REGENERAÇÃO DOS AGLOMERADOS;
2. REABILITAÇÃO DOS EDIFÍCIOS
3. RACIONALIZAÇÃO DA EXPANSÃO URBANA E NOVOS EDIFÍCIOS

Tabela 51: Quadro de estratégias para o reforço da eficiência energética no concelho de Arraiolos

EE1	REGENERAÇÃO ENERGÉTICA DOS AGLOMERADOS	
Critérios de sustentabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Intervir nos padrões de ocupação urbana, nomeadamente núcleos históricos, coroas consolidadas e áreas de urbanização difusa, através de abordagens de reforço da eficiência energética adequadas às condições particulares de cada contexto; • Fomento da regeneração energética na perspectiva de valorização dos aspectos morfológicos e culturais que caracterizam os aglomerados do concelho, incluindo não apenas intervenções físicas e tecnológicas, mas acções complementares de sensibilização dos vários agentes territoriais (públicos, privados, cooperativas e associações); • Melhoria das condições de saúde e conforto nos edifícios e espaços exteriores; • Redução das emissões de CO₂ e melhoria da qualidade do ar; 	
Orientações	<ul style="list-style-type: none"> • Adoptar uma abordagem bioclimática nos projectos de espaços exteriores (praças, largos, áreas pedonais, passeios, jardins, áreas verdes, hortas) em contexto consolidado, que através do controlo da exposição solar, ventos predominantes ao longo do ano, temperatura, humidade e topografia proporcione o conforto humano nos espaços públicos e possibilite a melhoria do conforto térmico nos edifícios envolventes; • Mitigar o efeito de ilha de calor através do aumento do número de árvores e de áreas de vegetação nos espaços exteriores e promover a utilização de materiais de revestimento com cores claras; • Definir acções de desenho urbano bioclimático nas áreas de urbanização difusa, focadas na compactação equilibrada das formas urbanas com base na optimização de 4 grandes domínios: traçado das vias, espaços exteriores, vazios urbanos e espaços livres intersticiais, lotes e edifícios; • Definir acções de planeamento urbano, focadas na criação de soluções que assegurem um mix de consumos de energia complementar entre áreas comerciais, serviços e residenciais; • Modernizar as redes eléctricas existentes, integrando contadores e sistemas inteligentes para a gestão dos consumos e da energia renovável, produzida localmente ou no exterior dos aglomerados; • Optimizar as redes de energia eléctrica, de acordo com o critério de interligação integrada entre células produtoras e consumidoras de energia à escala dos aglomerados; • Planear os traçados e pontos de carregamento para carros eléctricos, de acordo com o princípio de proximidade aos locais de produção de energia renovável; • Implementar a iluminação LED e regulação de fluxos luminosos em todos os espaços exteriores e edifícios públicos do concelho; • Elaborar mecanismos de sinergia operacional-financeira entre os actores públicos e privados. 	
Objectivos a alcançar	<ul style="list-style-type: none"> • Convergência estratégica e operacional dos projectos ao nível do desenho urbano para soluções que integrem a eficiência energética com reflexo à escala dos aglomerados; • Composição espacial e funcional das componentes estruturantes dos aglomerados urbanos energeticamente equilibrada; • Criação de uma rede energética polarizada constituída por células de consumos e produção de energia compactas e, como tal, interconectadas de forma eficiente no concelho; • Modernização das redes de energia eléctrica transitando para soluções e sistemas de <i>SmartGrid's</i>; • Elaboração de projectos e soluções de desenho urbano inovadores, que possam ser replicáveis e adaptáveis a todos os espaços morfológicos do concelho; 	



Orientações	<p>EDIFÍCIOS COM VALOR ARQUITECTÓNICO E CULTURAL</p> <ul style="list-style-type: none"> Os projectos de reabilitação de edifícios com valor arquitectónico e cultural, deverão sempre apresentar um “estudo preliminar de adaptação energética” constituído por: <ul style="list-style-type: none"> 1. Estado de referência – descrição da envolvente e respectivos materiais, sistemas e componentes do interior, enquadramento bioclimático e na envolvente urbana; 2. Proposta – descrição das medidas propostas e respectivos efeitos em termos de redução dos consumos e justificação da sua compatibilidade com as características arquitectónicas e culturais do edifício e da sua envolvente; Evitar alteração na composição das fachadas e coberturas, relativas com a intervenção de reabilitação energética, nomeadamente instalação de sistemas fotovoltaicos, elementos de ensombramento exteriores, unidades exteriores de ar condicionado, alteração da localização e dimensão dos vãos, etc.; Promover a investigação em sistemas de produção de energia fotovoltaica integrados no edifício tipo telha solar fotovoltaica; <p>OUTROS EDIFÍCIOS EXISTENTES</p> <ul style="list-style-type: none"> Prever elementos de ensombramento interiores ou exteriores aos vãos envidraçados com orientação Sul, para reduzir, no Verão, e promover, no Inverno, a entrada de radiação solar no interior do edifício; O projecto de reabilitação energética deve ser acompanhado por um manual de utilização que inclua recomendações para a redução dos consumos de forma a sensibilizar os utilizadores; Complementar a procura de energia com electricidade produzida por sistemas fotovoltaicos instalados na cobertura e fachadas, sempre que seja aplicável; Instalar colectores solares para águas quentes sanitárias na cobertura, sempre que seja aplicável; A alteração na composição de fachadas, designadamente por dispositivos de ensombramento exteriores, unidades exteriores de ar condicionado ou outros elementos, deve assegurar a adequada integração no edifício, atendendo especialmente às dimensões, formas, cores e a inserção no contexto urbano envolvente; Privilegiar a utilização de materiais sustentáveis para o isolamento térmico como, por exemplo, cortiça ou lã mineral natural de rocha; Promover a substituição progressiva dos equipamentos de contagem existentes por contadores inteligentes e respectivas TIC de suporte;
Orientações	<ul style="list-style-type: none"> Criar programas de reabilitação energética sectoriais ao nível do aquecimento solar térmico, instalação de janelas eficientes, isolamentos térmicos e iluminação eficiente, ajustando os incentivos ao valor dos rendimentos médios mais baixos dos agregados familiares no concelho; Fomentar o balanço energético à escala do edifício, criando sistemas de incentivos e benefícios para a produção de energia renovável no local e o reforço da eficiência energética; Optimizar a conectividade das redes de energia eléctrica de acordo com o critério de interligação integrada entre células urbanas produtoras e consumidoras de energia, desenvolvendo soluções conjuntas com as entidades concessionárias;
Objectivos a alcançar	<ul style="list-style-type: none"> Dinamização do mercado da reabilitação energética, promovendo o uso de materiais locais e práticas adequadas aos vários contextos edificados; Elaboração de projectos e soluções de reabilitação energética inovadores que possam ser replicáveis e adaptáveis às tipologias de edifícios do concelho; Modernização das redes de energia eléctrica transitando para sistemas de <i>smart grids</i>; Divulgação e disseminação de experiências e boas práticas, através de plataformas locais, nacionais e internacionais.

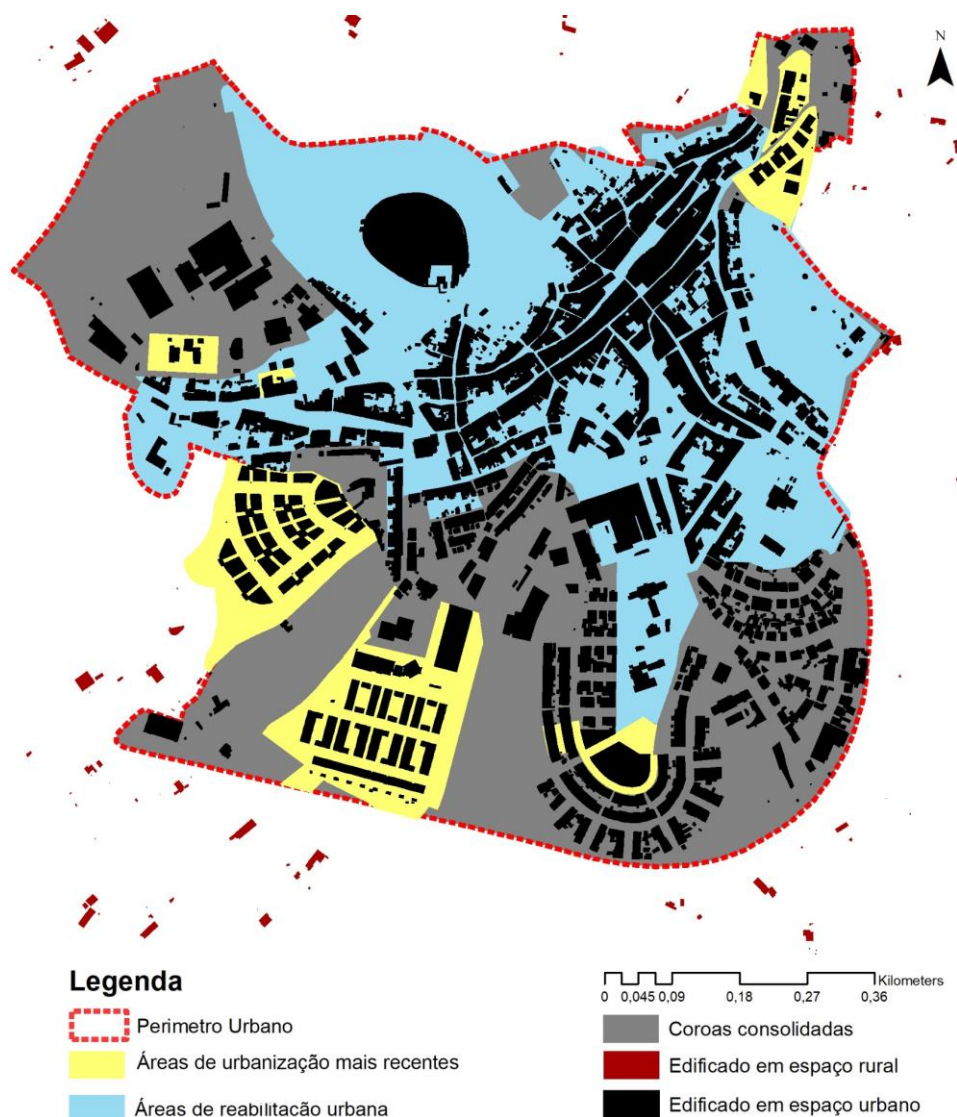


Figura 141: Carta das áreas estratégicas de reabilitação energética para o aglomerado de Arraiolos

EE3

RACIONALIZAÇÃO ENERGÉTICA DA EXPANSÃO URBANA e NOVOS EDIFÍCIOS



Critérios de sustentabilidade

- Conter a expansão dos perímetros urbanos, colmatando a malha urbana dos aglomerados de forma equilibrada e hierarquizada num contexto de multifuncionalidade;
- Promover a construção de edifícios inteligentes e sustentáveis do ponto de vista ambiental e energético;
- Racionalizar a intensidade energética dos aglomerados, assumindo as áreas de nova expansão como células urbanas *Net-Zero*;
- Criar as condições para a produção de energia renovável descentralizada e sistematizada;
- Transição para modelos urbanos de baixo carbono;

Princípios orientadores	<ul style="list-style-type: none"> • Programar a expansão urbana de acordo com o potencial de aproveitamento das condições bioclimáticas no local de implantação; • Conter a expansão das áreas urbanas nas zonas construídas que não apresentam condições de aproveitamento bioclimático ou saturadas do ponto de vista dos consumos de energia; • Colmatar e estabilizar as áreas consolidadas dos aglomerados urbanos, aldeias e povoados, criando áreas de novas expansões urbanas de acordo com um modelo que possibilite a polarização das células consumidoras de energia no concelho; <p>EDIFÍCIOS ECO-BIOCLIMÁTICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • O projecto de novos edifícios deve ser elaborado de acordo com princípios de utilização passiva e activa da radiação solar e da ventilação natural no local, de modo a maximizar o potencial de aquecimento, arrefecimento, ventilação e iluminação natural; • Privilegiar a utilização de materiais sustentáveis para o isolamento térmico como, por exemplo, cortiça ou lã mineral natural (rocha, vidro); <p>EDIFÍCIOS DE BALANÇO ENERGÉTICO NET-ZERO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Complementar a procura de energia com electricidade produzida por sistemas fotovoltaicos instalados na cobertura e fachadas, sempre que seja aplicável; • Instalar colectores solares na cobertura para águas quentes sanitárias sempre que seja aplicável ou bombas de calor geotérmicas, quando exista uma área de terreno adequada no interior do lote; • Promover a instalação de contadores inteligentes e respectivas TIC de suporte; • O projecto de novos edifícios deve ser acompanhado por um manual de utilização que inclua recomendações para a redução dos consumos de forma sensibilizar os futuros utilizadores;
Objectivos a alcançar	<ul style="list-style-type: none"> • Concretizar os princípios para a concepção de projecto de edifícios eco-bioclimáticos e de balanço energético Net-Zero nas novas áreas de expansão; • Sensibilizar os agentes envolvidos no sector da construção (donos de obra, empreiteiros, projectistas, produtores de materiais de construção, etc.) para a necessidade de evoluir para uma construção energeticamente eficiente; • Promover e divulgar a utilização de novos materiais ou novas utilizações de materiais tradicionais e técnicas locais; • Promoção do balanço energético à escala do edifício <i>Net-Zero</i> e do aglomerado, criando áreas de nova expansão cujo elevado desempenho possibilite excessos de produção de energia renovável para abastecer as áreas do aglomerado com pior desempenho; • Divulgação e disseminação de experiencias e boas práticas, através de plataformas locais, nacionais e internacionais.



Figura 142: Carta das áreas estratégicas de possível futura expansão para o aglomerado de Arraiolos

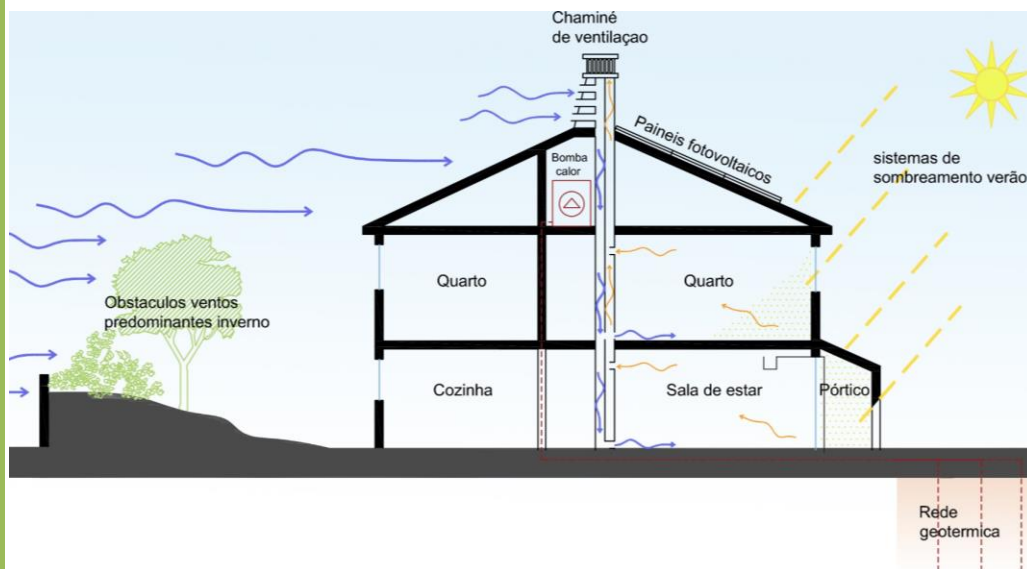


Figura 143: Exemplo de princípios de actuação para a concepção do edifício Eco-Bioclimático "Net-Zero"

A redução do consumo de energia constitui o elemento transversal a todos os três eixos estratégicos, e uma base indispensável para a formulação coerente e programada do conjunto de orientações preconizadas para cada escala espacial de intervenção no concelho.

O modelo “Arraiolos *Net-Zero*”, que foi sendo formulado ao longo desta secção, visa enquadrar e orientar o futuro desenvolvimento energético do município, explicando as suas estratégias estruturantes, nomeadamente “Arraiolos Solar” e “Arraiolos Bio”, no que se refere à vertente da produção de energia renovável e os três eixos de Regeneração, Reabilitação e Racionalização, ao nível do reforço da eficiência energética dos aglomerados e do edificado. Perante a realidade existente à escala nacional, onde os PDM integram de uma forma muito genérica as questões relacionadas com a energia sustentável, o modelo desenvolvido pretendeu, numa perspectiva integrada, demonstrar o potencial da intervenção local. A visão preconizada no modelo teórico *SMART RURAL* encontrou assim neste caso de estudo, as condições ideais para testar os seus princípios e processos, permitindo contextualizar e situar o desenvolvimento energético sustentável do concelho a diferentes escalas de análise e, por sua vez, identificar os seus principais elementos de estruturação e implementação.

5.4 Síntese de capítulo

Reinterpretar a velha oposição entre o mundo rural e o mundo urbano, como uma necessidade de complementaridade e simbiose em prol de um melhor desempenho energético, obriga a incorporar objectivos e estratégias específicas no planeamento à escala local. É, de acordo com este pressuposto, que a aplicação do modelo *SMART RURAL* se enquadra no âmbito de uma intervenção de especialização inteligente dos municípios e, em particular, das suas áreas rurais entendidas como palco privilegiado para a transição energética sustentável dos territórios e da sociedade. Da aplicação aos casos de estudo efectuada neste capítulo, foi possível verificar a operacionalidade do processo proposto, bem como identificar os aspectos e determinantes importantes e críticos para o sucesso da sua implementação.

A elaboração das componentes de produção de energia renovável dos modelos “Loures *Net-Zero*” e “Arraiolos *Net-Zero*”, evidenciou a necessidade de controlar o processo de planeamento destas tecnologias nas áreas rurais, de modo a evitar conflitos com o uso e ocupação do solo e preservar as paisagens de impactos irreversíveis. Neste sentido, a promoção das fontes de energia renovável coloca de forma clara um novo tipo de competição ao nível dos solos, que vai trazer pressão para todos os territórios,

decorrente da necessidade de urbanização e em paralelo de preservação das áreas de florestas, áreas naturais e solos com reconhecida aptidão agrícola. A correcta implementação das fontes de energia renovável passa então pela escala do planeamento local, cujo papel se torna determinante para garantir que estes novos tipos de uso/ocupação do território municipal se desenrolem no quadro dos princípios do desenvolvimento sustentável.

Ao mesmo tempo, a necessidade de reduzir os consumos de energia coloca-se como um processo estruturante da sustentabilidade dos municípios, mas cuja complexidade se torna directamente proporcional à interdependência com diferentes disciplinas e domínios de intervenção. Neste âmbito, o modelo “Loures *Net-Zero*” permitiu entender a variedade de escalas espaciais que se vêem articuladas neste processo, sendo indispensável uma avaliação eficaz da realidade construída e das suas dinâmicas para identificar o potencial de melhoria do seu desempenho energético. Com efeito, a necessidade de dispor de processos de mapeamento específicos, levou ao desenvolvimento de mapas morfo-energéticos, um contributo metodológico relevante que permite apoiar a definição de orientações de base estratégica, em diferentes dimensões espaciais. Ainda neste estudo, foi entendido que o recurso a um modelo paramétrico aplicado em detalhe no diagnóstico, demonstra ser uma abordagem eficaz para a construção de uma base regrada a aplicar ao planeamento urbano.

É com este intuito que a abordagem desenvolvida no modelo “Arraiolos *Net-Zero*”, evoluiu para um tipo de aplicação prática da parametrização que, numa perspectiva integrada de reforço da eficiência energética, resultou nos três eixos estratégicos da REGENERAÇÃO DOS AGLOMERADOS, REABILITAÇÃO DOS EDIFÍCIOS E RACIONALIZAÇÃO DAS NOVAS EXPANSÕES. Neste âmbito da articulação entre os princípios da bioclimática e os parâmetros da morfologia do edificado e das suas características arquitectónicas e culturais, resultam factores determinantes para a elaboração de estratégias municipais relacionadas com a eficiência energética. De facto, a reinterpretação das acções a desenvolver nos domínios do ordenamento e planeamento do território, desenho urbano e arquitectura constitui uma etapa determinante para enfrentar as transformações físicas e funcionais necessárias à concretização de municípios energeticamente mais eficientes.

Por fim, o planeamento das redes eléctricas e a sua transição para sistemas de *SmartGrid's* demonstrou ser um processo directamente interligado com a implementação das unidades de produção descentralizada de energia nas áreas rurais e as intervenções de reforço da eficiência energética à escala do edificado. Da elaboração dos casos de estudo, tornou-se claro que a implementação destes sistemas, articulando a modernização das redes locais, a gestão do equilíbrio entre células de produção de energia renovável e de procura e ligação com unidade de armazenagem de energia em carros eléctricos, reforça os princípios da coerência espacial e da programação estratégica. A sua implementação será um processo progressivo que dependerá da coordenação e cooperação entre várias entidades e da elaboração de programas com impacte territorial, regulamentar e energético, que promovam mecanismos económico-financeiros equilibrados.

CAPÍTULO VI | VALIDAÇÃO DO MODELO

The role of active researcher is not held by the academic researchers alone but by all the participants, with all the consequences that this brings for data collection, analysis, interpretation, and the publication of the findings.

Bergold, Jarg & Thomas, Stefan (2012)

6.1 Introdução

A validação dos conhecimentos associados a um modelo teórico, constitui uma etapa de crucial importância no âmbito de uma investigação a comprovar. Prende-se com o modelo desenvolvido assegurar a confiabilidade e rigor suficientes para garantir a sua cientificidade e eficácia na implementação. Neste sentido, a validação do modelo *SMART RURAL*, resulta da criação de fontes de evidência nas suas três principais componentes de fundamentação: a teórica, a operativa e a científica. O critério subjacente a este método, assenta numa validação empírica e tanto quanto possível imparcial, das questões da investigação, do processo adoptado para a sua implementação e, da relevância dos resultados alcançados. Postas estas premissas, apresentam-se em seguida as técnicas de validação adoptadas.

6.2 Componente teórica

A componente teórica do modelo, entendida como as suas hipóteses, conceitos, princípios e processos de implementação, foram avaliados através da elaboração e operacionalização de um inquérito por questionário¹⁰¹. O objectivo do inquérito foi a recolha de dados abarcando três dimensões principais:

- i. percepções dos cidadãos sobre o tema do desenvolvimento energético sustentável;
- ii. expectativas sobre a implementação de energias renováveis no município;
- iii. dimensões cognitivas da eficiência energética.

A operacionalização do inquérito foi concretizada através da sua aplicação a uma amostra representativa de indivíduos, cujas áreas de actividades estão directamente relacionadas com os domínios da energia renovável e eficiência energética, quer sejam decisores políticos, profissionais destes sectores, projectistas ou investigadores.

A selecção desta amostra decorreu da aplicação directa do inquérito durante a 1ª Conferência de Sustentabilidade e Eficiência Energética¹⁰², realizada a 10 e 11 de Novembro de 2016, no Campus da Alameda do Instituto Superior Técnico. De referir ainda que, a amostra seleccionada no quadro dos sectores da investigação e do mundo empresarial durante este evento, foi a seguir alargada ao público em geral, através da aplicação do inquérito via mail ou entrega directa em papel.

➤ ***Caracterização da amostra***

A amostra é constituída por 62 indivíduos, sendo que a faixa etária entre os 18 e os 24 anos corresponde a 10%, entre os 25 e 34 anos a 29%, entre os 35 e 44 anos a 32%, entre os 45 e 54 anos a 21% e a faixa entre os 55 e 64 anos corresponde a 8%, (Figura 144).

¹⁰¹ O enunciado do inquérito foi remetido para o Anexo 3 deste documento.

¹⁰² <http://greenworld.pt/conferencia-s2e/>

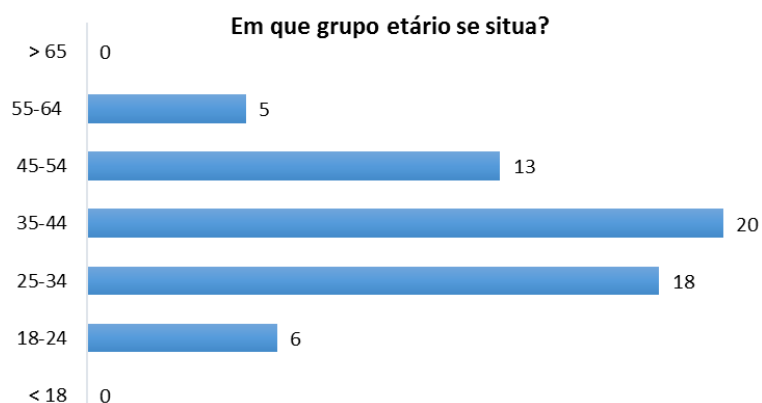


Figura 144: Inquiridos por escalão etário

A maior parte dos inquiridos encontra-se ligado ao ambiente académico, quer seja a investigar ou a estudar (40%), seguindo-se os projectistas nas áreas de Arquitectura, Engenharia e/ou Planeamento (13%), os representantes da administração local (10%), o público em geral (9%) e os profissionais no sector da eficiência energética (9%), os profissionais do sector energético, os que não indicam nenhuma área (9%) e, finalmente, os profissionais do sector da energia renovável (3%), (Figura 145).

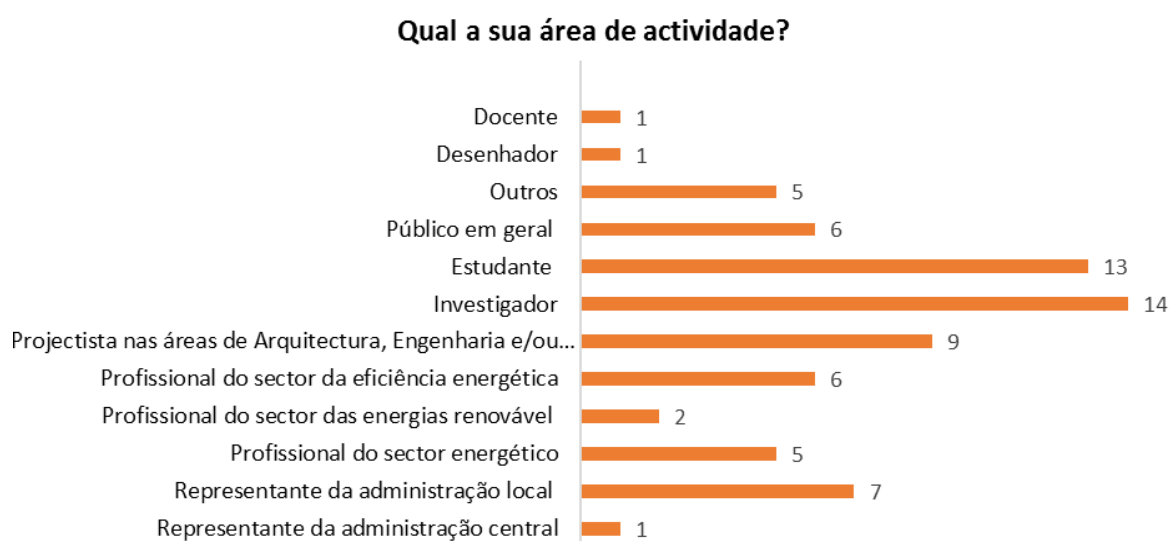


Figura 145: Situação dos inquiridos face à área de actividade

Relativamente ao local de residência, 78% dos inquiridos vive em áreas urbanas, e os restantes 22% em áreas rurais. A uma análise com maior detalhe, a distribuição da amostra reparte-se da seguinte forma: 50% vive em grandes cidades e/ou áreas metropolitanas, 28% vive em cidades médias, 17% em vilas, 5% em aldeias, sendo que nenhum dos inquiridos vive numa casa de campo, (Figura 146).

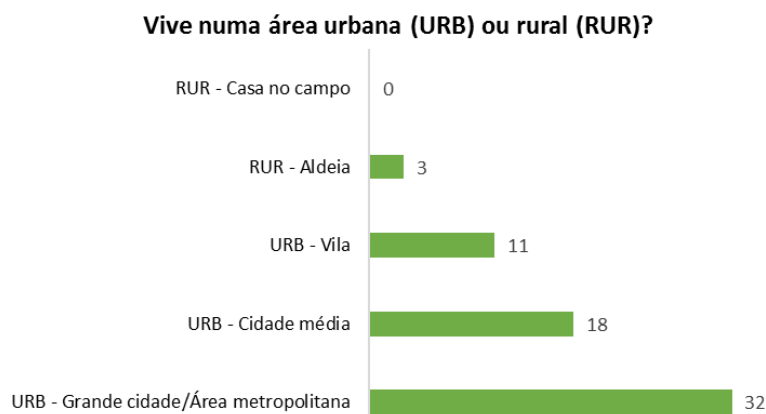


Figura 146: Habitat subjectivo

Nas áreas rurais existem, comparativamente com os outros níveis de urbanização, mais pessoas com idades entre os 55 e 64 anos, as quais trabalham em áreas de actividade não relacionadas directamente com energia.

➤ CAMPO TEMÁTICO 1 | PERCEPÇÕES SOBRE O TEMA DO DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO SUSTENTÁVEL

De forma geral, os inquiridos têm conhecimento do conceito de desenvolvimento energético sustentável (Figura 147), o que é notável e deve ser relevado, sendo este um conceito ainda não muito difundido ao nível nacional.

1. Tem conhecimento do conceito de desenvolvimento energético sustentável?

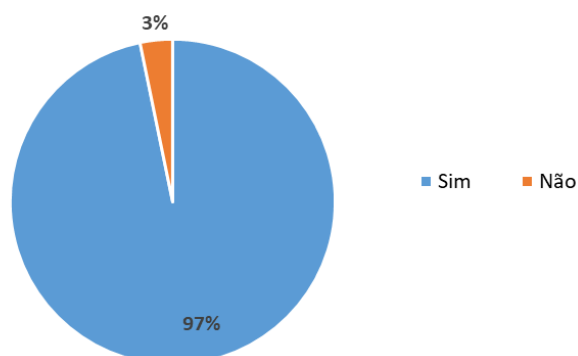


Figura 147: Conhecimento sobre o desenvolvimento energético sustentável referido pelos inquiridos

Quanto ao grau de importância geral atribuído às suas várias componentes, é de salientar a maior importância atribuída à redução dos GEE e da poluição do ar, em articulação com a promoção de investimentos na área da eficiência energética (Figura 148). As fontes de energia renovável emergem um pouco em segundo plano, com um grau de importância semelhante às questões da mitigação das alterações climáticas, da segurança energética do País e redução da sua dependência.

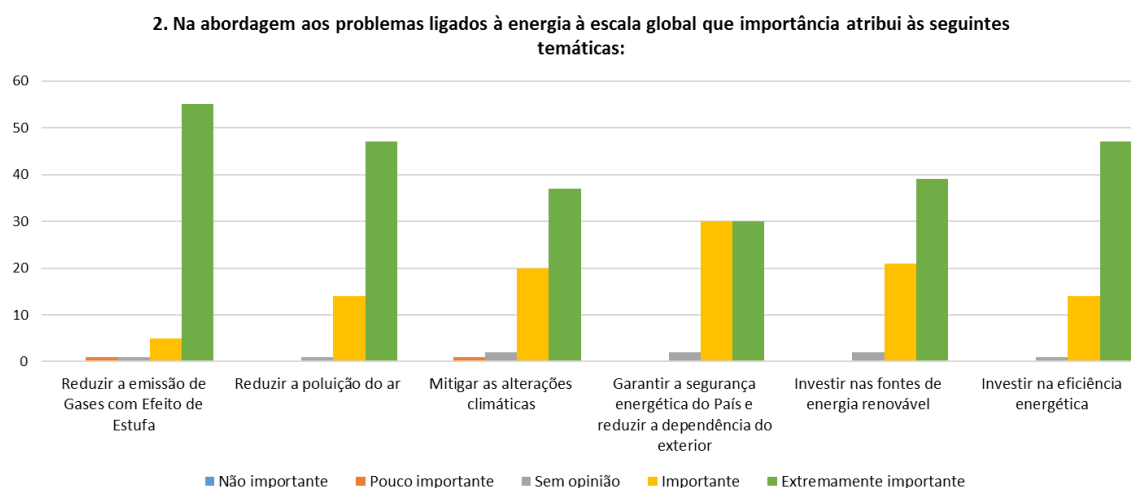


Figura 148: Grau de importância das temáticas ligadas à energia

Por outro lado, é interessante observar que a promoção e/ou divulgação de projectos ao nível do município é um aspecto sobre o qual a maioria dos inquiridos não está informado (Figura 149). No entanto, destaca-se pela positiva, a redução do consumo de energia, que ao atingir o resultado de 30% entre as respostas de “sim”, demonstra a existência de acções concretas relacionadas com este domínio.

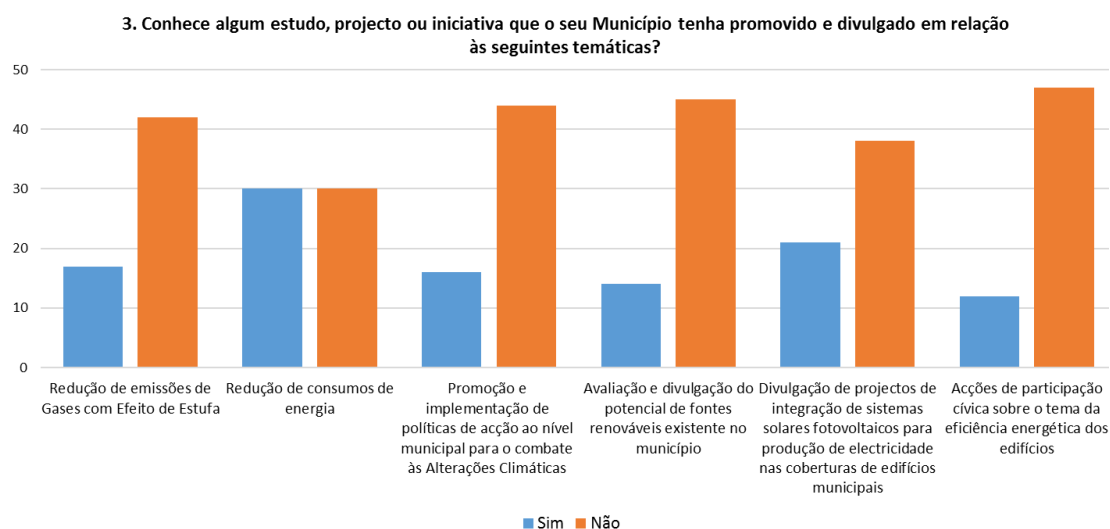


Figura 149: Contextos em que os inquiridos ouviram falar de iniciativas municipais

Outro relevante aspecto é a sensibilidade e preocupação nas actividades e visões que podem contribuir para um futuro mais sustentável e participado dos municípios (Figura 150). O tema dos edifícios novos emerge como um tema extremamente importante, facto este que indica uma certa esperança no projecto das futuras cidades.

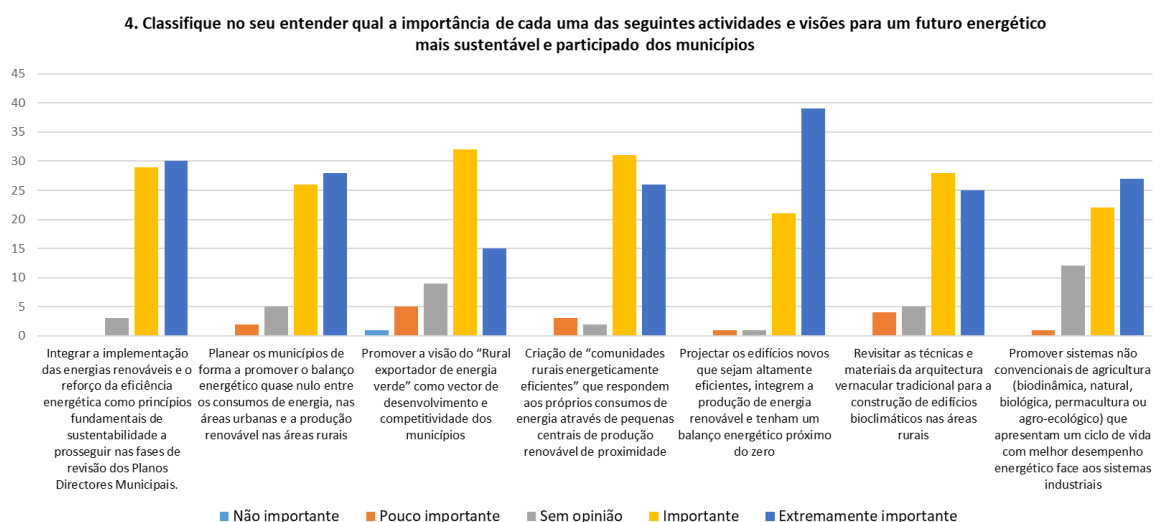


Figura 150: Actividades e visões a favor de um futuro energético mais sustentável e participado dos municípios

Interessa verificar que, quando se chega à esfera individual das acções a implementar enquanto cidadão, existe uma disponibilidade para investir nas dimensões da produção de energia limpa e redução dos consumos, (Figura 151).

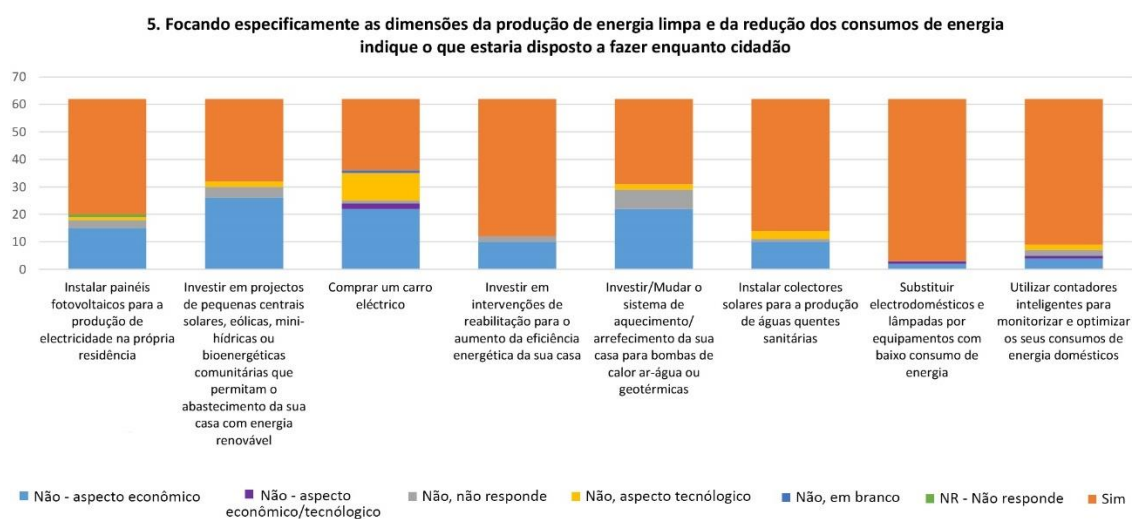


Figura 151: Acções de iniciativa individual a favor da produção de energia limpa e redução dos consumos

A iluminação, a utilização de contadores inteligentes e a reabilitação de edifícios para melhoria da sua eficiência energética, constituem as medidas com mais aceitação. Por outro lado, o investimento em projectos de unidade de produção de energia renovável comunitária, carros eléctricos e bombas de calor evidenciam uma atitude mais negativa, decorrente dos custos associados e da falta de informação sobre estes temas.

No caso do carro eléctrico¹⁰³, é a desconfiança na tecnologia que influencia o comportamento social, facto este que tem uma enorme relevância face à mudança de paradigma que irá afectar este mercado nos próximos anos.

➤ CAMPO TEMÁTICO 2 | EXPECTATIVAS SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NO SEU MUNICÍPIO

A implementação das energias renováveis nas áreas rurais, constitui um aspecto fortemente apoiado pelo universo dos inquiridos, (Figura 152).

1. Considera importante que o Município onde vive promova a implementação de energias renováveis nas suas áreas rurais?

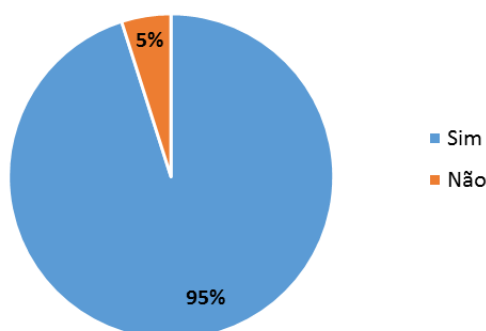


Figura 152: Adesão a implementação das energias renováveis nas áreas rurais

Em matéria de renováveis, constata-se que a maioria dos inquiridos afirma conhecer ou de ouvir falar sobre as tecnologias utilizadas para a produção de energia renovável em larga escala (Figura 153). Da análise por tipologia, verifica-se que o solar fotovoltaico e a eólica são as mais populares, facto este que se explica pela difusão destes projectos no território e a ampla divulgação e promoção através dos meios de comunicação. Em seguida, surgem a geotermia e a mini-hídrica que, apesar de serem fontes de energia renovável estão mais relacionadas com algumas partes do território nacional¹⁰⁴, e demonstram ser um tema a destacar positivamente. Por outro lado, o aproveitamento de biomassa é aquele que regista maior flutuação entre quem refere conhecer, quem só ouviu falar e quem não conhece.

¹⁰³ No entanto, notícias recentes nos media, dão conta do aumento do número de carros eléctricos em Portugal. O Expresso, de 24/09/2017, diz que vendas de carros eléctricos em Portugal dispararam em 2017 (mais 129,7% até Julho de 2017), comparado com o mesmo período de 2016, ou seja, 921 carros (756 em todo o ano de 2016). Por outro lado, construtores como a Volvo, anunciaram a intenção de, a partir de 2019, só fabricarem carros com motores eléctricos ou híbridos (Negócios, 05/07/2017).

¹⁰⁴ Entende-se a incidência espacial dos recursos da geotermia nos Açores e da mini-hídrica na Região Norte do Continente.

7. Que tecnologias para a produção de energia renovável em larga escala conhece

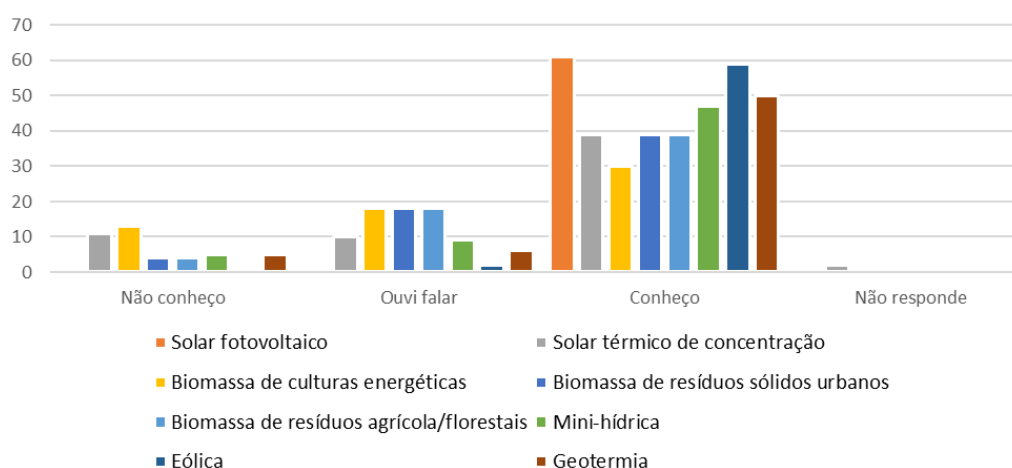


Figura 153: Percepção das tecnologias para a produção de energia em larga escala

Ressalte-se ainda que existe uma preocupação sobre os impactes que algumas tecnologias de produção de energia podem causar nas áreas rurais (Figura 154). A grande ocupação de solo e o impacto visual na paisagem, causados pelas centrais fotovoltaicas e térmicas de concentração e os parques eólicos surgem em primeiro plano. As centrais mini-hídricas são relacionadas principalmente com a alteração dos habitats, uma percepção que provavelmente é influenciada pelas experiências passadas com a construção das grandes hídricas e respectivas albufeiras, que levaram a impactos ambientais consideráveis e, na maioria dos casos, irreversíveis. Os maus cheiros e a poluição do ar são os principais impactos atribuídos à biomassa, o que reforça a noção de ser um tipo de tecnologia que requer ser implementada longe das áreas onde vivem pessoas.

8. Quais dos seguintes impactes, relacionados com a produção de energia renovável, considera como mais prejudiciais para as áreas rurais?

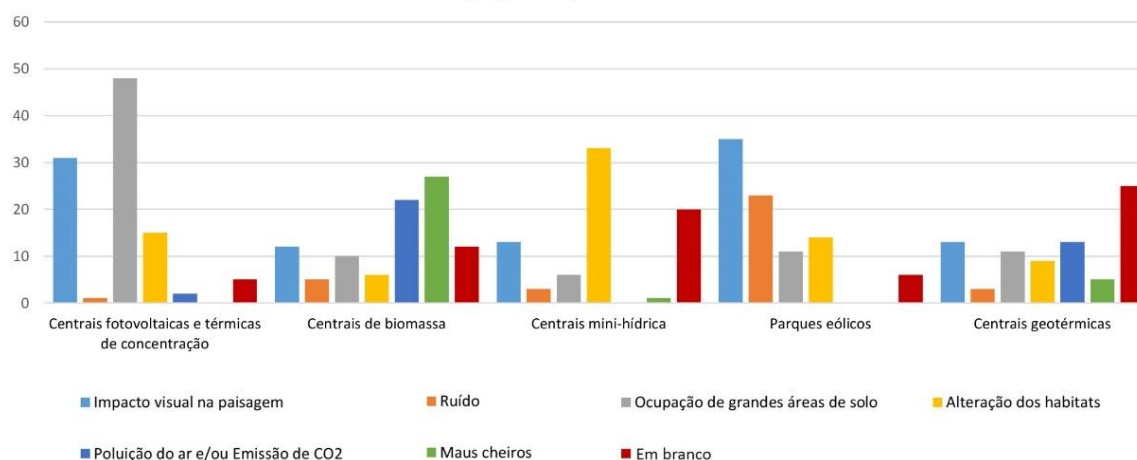


Figura 154: Percepção dos impactes mais prejudiciais da produção de energia renovável nas áreas rurais

Independentemente dos impactos considerados, através das questões relacionadas com a implementação concreta no próprio município, é possível perceber que a maioria dos inquiridos está particularmente sensível ao tema da salvaguarda dos valores ambientais e ecológicos, preservação das paisagens e regulamentação do uso e ocupação do solo (Figura 155). A noção dos custos associados a estas tecnologias é um outro aspecto a destacar, sendo que demonstra uma certa preocupação de cariz social face à necessidade de investimentos e um quadro de incentivos não só no âmbito dos projectos de energias renováveis a implementar, como também, na educação e formação nestas áreas da população e dos profissionais.

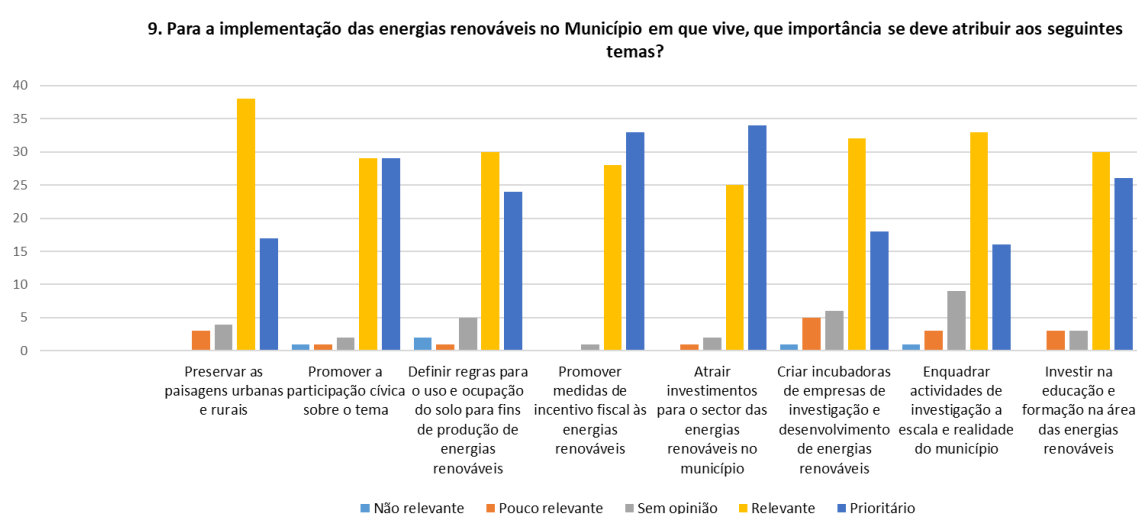


Figura 155: Percepção sobre as possíveis acções a promover no município para a implementação das energias renováveis

A maior parte dos inquiridos mostra-se disponível para promover a implementação das fontes de energia renovável, aproveitando as coberturas dos edifícios públicos, estando também disponíveis para dar o exemplo e investir no sector privado (Figura 156).

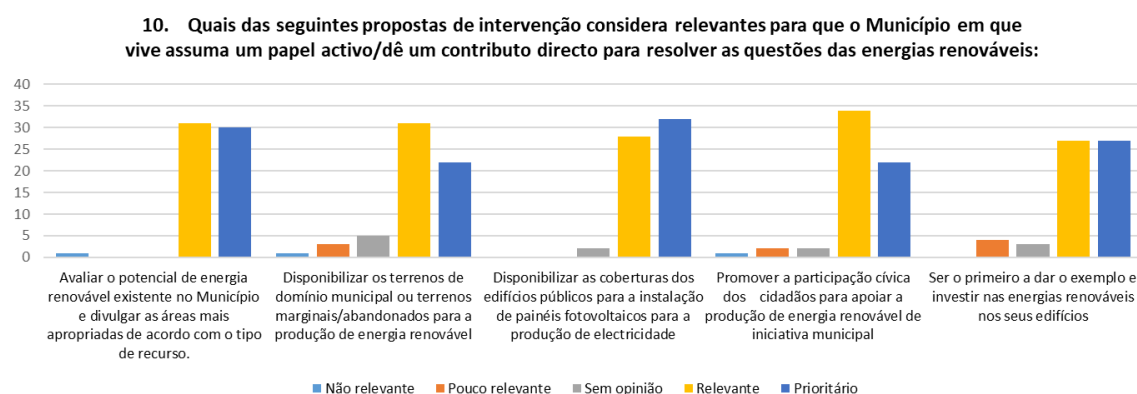


Figura 156: Participação activa da população em propostas de intervenção para o fomento das energias renováveis

A questão da participação da população em projectos piloto resulta ainda mais evidente quando se apresentam propostas para o município (Figura 157). A hipótese de um mercado local, baseado na produção e venda de energia solar produzida nas coberturas dos edifícios em articulação com mecanismos participativos entre público e privado para o seu autofinanciamento, demonstra ser uma proposta com ampla aceitação por parte dos inquiridos.

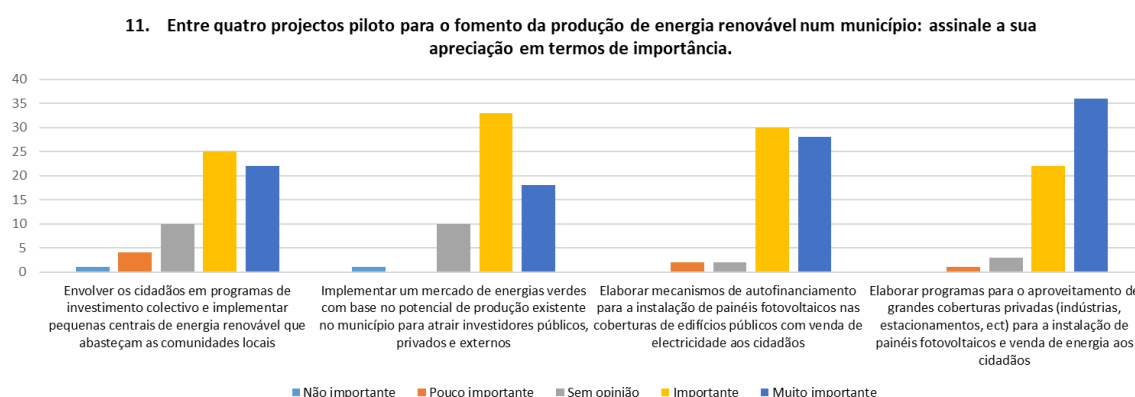


Figura 157: Percepção sobre 4 propostas de projectos piloto para a produção de energia renovável no município

➤ CAMPO TEMÁTICO 3 | DIMENSÕES COGNITIVAS DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Em matéria de eficiência energética, os inquiridos associam correctamente este conceito às dimensões da redução dos consumos e mudança dos hábitos nos consumos, e mais destacadamente na sua vertente económica de poupar dinheiro (Figura 158).

12. Indique a primeira ideia que associa ao termo eficiência energética



Figura 158: Percepção sobre a ideia de eficiência energética

A percepção das áreas com mais ou menos impacto nos gastos de energia na habitação são associadas, por um lado, às actividades da cozinha, produção de água quente e aquecimento de ambiente – MAIS IMPACTO, por outro, ao arrefecimento do ambiente, iluminação e utilização de equipamentos informáticos – MENOR IMPACTO (Figura 159). Estes resultados demonstram como os comportamentos podem influenciar

os consumos ao nível individual. É este o caso, por exemplo, do arrefecimento que, se implementado através de equipamentos, resulta em consumos elevados, enquanto se for através de ventilação natural não implica utilização de energia.

13. Classifique as áreas onde gasta em média mais energia na sua habitação: ordene-as pelo peso que têm no seu orçamento:

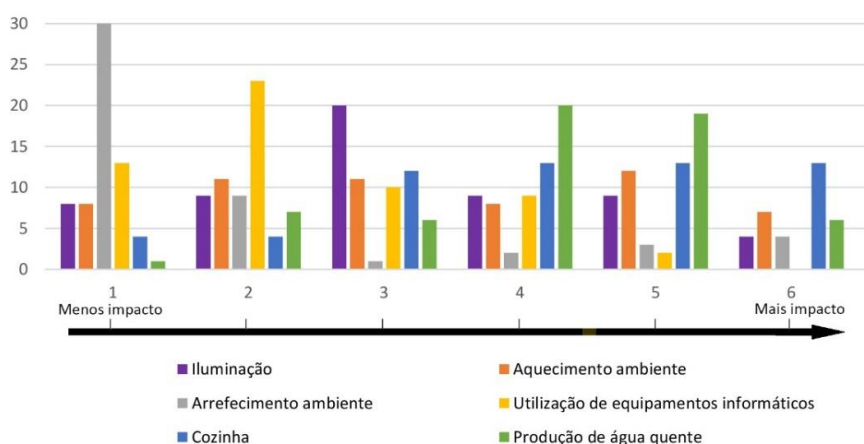


Figura 159: Áreas com maior ou menor impacto nos gastos de energia na habitação

No que diz respeito às acções que os inquiridos consideram relevantes para promover a eficiência energética nas próprias habitações, verifica-se, em primeiro lugar, que há uma consciencialização positiva sobre todas as medidas enumeradas a começar pela adopção de comportamentos mais conscientes e racionais na utilização da energia, o uso de electrodomésticos eficientes, a escolha de lâmpadas de baixo consumo e o aumento do isolamento térmico da envolvente (Figura 160). Destaca-se ainda, a menor importância dada à substituição das janelas antigas¹⁰⁵ e à adopção de contadores inteligentes.

14. Quais das seguintes acções considera relevantes para promover a eficiência energética na sua habitação?

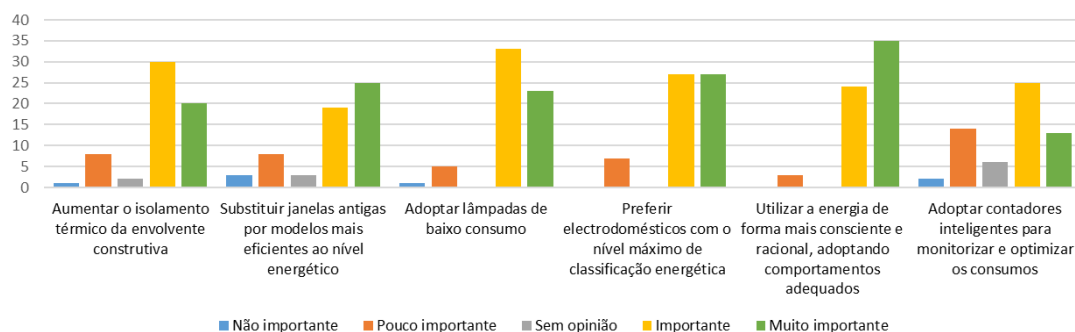


Figura 160: Percepção sobre as acções de melhoria da eficiência energética na habitação

¹⁰⁵ No entanto, a substituição das janelas antigas, comparando com as lâmpadas de baixo consumo e o aumento do isolamento térmico da envolvente, tem mais pessoas a considerá-la uma acção muito importante.

Passando da escala da habitação para o município, os inquiridos atribuem uma grande responsabilidade à autarquia, sendo evidente uma forte adesão a todas as propostas apresentadas (Figura 161). A questão dos benefícios fiscais ressalta como muito importante, o que é uma oportunidade para reequacionar o actual sistema de certificação energética em articulação com o sistema fiscal. A programação estratégica e a regulamentação municipal são também entendidas como um meio privilegiado para alcançar a eficiência energética, seja ao nível do território – IGT's, bem como ao nível do projecto de novos edifícios e reabilitação dos existentes. Em coerência com os resultados anteriores, relacionados com o conhecimento e a divulgação de iniciativas e/ou projectos à escala do município, é ainda destacada a necessidade de ocorrerem mais acções de sensibilização e informação dos cidadãos.

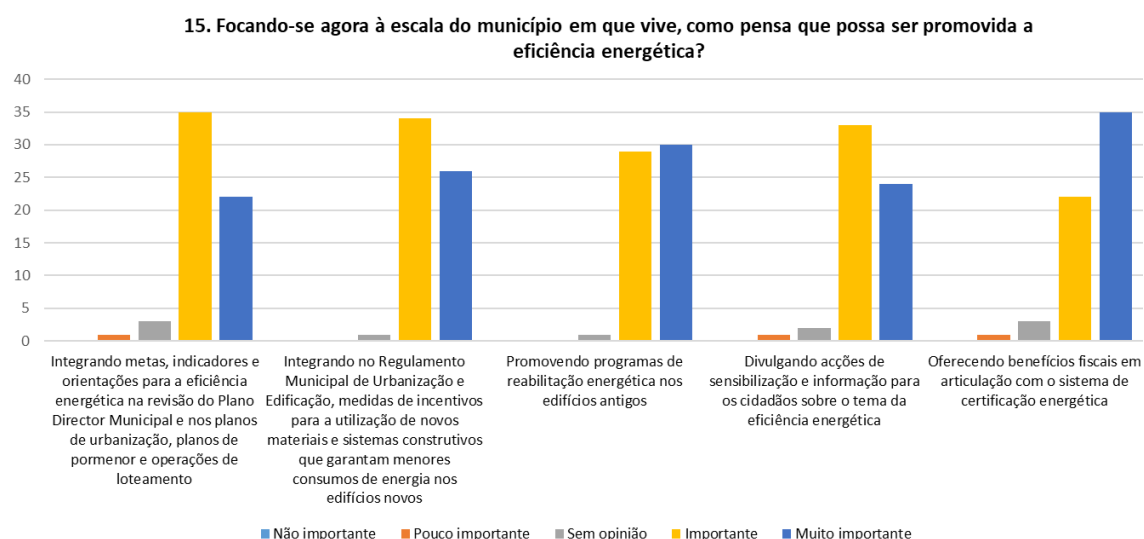


Figura 161: Percepção sobre formas de promover a eficiência energética à escala do município

6.3 Componente operativa

A componente operativa do modelo *SMART RURAL*, entendido como o seu processo de planeamento energético sustentável à escala do município, foi validada através da aplicação prática em dois casos de estudo. Na procura daquele conhecimento, que não seria possível apenas através da observação e da análise documental, foram escolhidos os municípios de Loures e Arraiolos, com peculiaridades e características distintas, de forma a confirmar e consolidar os princípios e conceitos delineados no âmbito da componente teórica, bem como efectuar uma análise comparativa dos objectivos, complementaridades, condicionalismos e resultados obtidos.

O método de comparação entre estas duas realidades, apresenta-se assim como um passo na validação da componente operativa do modelo, podendo verificar ainda a coerência da abordagem desenvolvida face à possibilidade de replicação a outros municípios. De salientar que, os casos de estudo foram também uma oportunidade para o realizar de entrevistas exploratórias juntos dos actores locais com intervenção directa no processo de planeamento municipal. Estas entrevistas realizadas, por telefone e por email, foram um instrumento muito importante para estabilizar a componente operacional de acordo com o que se descreve na síntese da Tabela 52.

Tabela 52: Tabela comparativa de síntese dos casos de estudo de Loures e de Arraiolos

Loures	Arraiolos
Abordagem metodológica adoptada	
“Loures Net-Zero”: ANÁLISE - DIAGNÓSTICO - MODELO	“Arraiolos Net-Zero”: ANÁLISE - SÍNTESE – MODELO
Objectivo do caso de estudo	
Desenvolver uma abordagem de natureza exploratória para a produção de conhecimento científico, associado com a componente analítica: <ul style="list-style-type: none"> • Recolha, tratamento e análise de dados quantitativos e qualitativos; • Elaboração de um diagnóstico integrado para o suporte do modelo <i>SMART RURAL</i>; • Cenarização do modelo “Loures Net-Zero” e elaboração das respectivas estratégias de acordo com as directrizes teóricas formuladas; 	Desenvolver uma abordagem orientada para a prática profissional e a produção de conhecimento científico, associado com a componente processual: <ul style="list-style-type: none"> • Recolha, tratamento e análise de dados quantitativos e qualitativos; • Elaboração de uma síntese processual para a integração do modelo <i>SMART RURAL</i> no PDM; • Estruturação do modelo “Arraiolos Net-Zero” e elaboração das respectivas estratégias de acordo com as directrizes preconizadas no âmbito do processo de revisão do PDM;
PDM	
Aprovado em 2015;	Processo de revisão iniciado em 2013 e actualmente em curso;
Modelo de ocupação do território	
Modelo heterogéneo: <ul style="list-style-type: none"> • Ocupação de baixa densidade populacional e predomínio de actividades agro-florestais na zona Norte do município; • Ocupação de elevada densidade populacional na zona Sul-Oriental, associada com zonas de actividades económicas e áreas urbanas e suburbanas multifuncionais; • Elevada taxa de urbanização sob a área de influência de Lisboa¹⁰⁶; 	Modelo homogéneo: <ul style="list-style-type: none"> • Ocupação de baixa densidade populacional com predomínio de actividades agro-florestais. • Ocupação concentrada em centro urbanos e aglomerados, com funções de habitação, terciário e pequena indústria; • Baixa taxa de urbanização relacionada com o êxodo urbano¹⁰⁷;

¹⁰⁶ Variação de fogos licenciados em construção nova, entre 2015 (45) e 2011 (301), em Loures: 568%. Fonte: (INE, 2015).

¹⁰⁷ Variação de fogos licenciados em construção nova, entre 2015 (13) e 2011 (18), em Arraiolos: 38%. Fonte: (INE, 2015).

Loures	Arraiolos
Rede urbana	
<p>Rede urbana em manchas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Áreas urbanas consolidadas; • Áreas suburbanas lineares ou em aglomeração; • Áreas de ocupação dispersa e fragmentada nas áreas rurais; 	<p>Rede urbana polarizada:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Centros urbanos de média dimensão; • Pequenos aglomerados, povoados e aldeias compactas; • Edificação dispersa nas áreas rurais;
Percepção do espaço rural no PDM	
<p>Espaço complementar que contribui para a qualificação socioeconómica do concelho;</p>	<p>Vantagem face a territórios sobre urbanizados com os diversos problemas sociais e ambientais daí decorrentes;</p>
Potencial de fontes de energia renovável	
<ul style="list-style-type: none"> • Energia Solar; • Bioenergia; • Mini-hídrica; • Energia eólica; 	<ul style="list-style-type: none"> • Energia Solar; • Bioenergia;
Unidades de produção de energia renovável existentes	
<ul style="list-style-type: none"> • 2 centrais fotovoltaicas instaladas em solo rural; • 1 central fotovoltaica instalada em coberturas industriais e áreas de terreno envolvente aos edifícios; • 5 parques eólicos com 29 aerogeradores; 	<ul style="list-style-type: none"> • Não existem unidades no concelho;
Uso do solo e energia renovável no PDM	
<p>A dimensão temporal e estratégica do PDM traduzida pela Planta de Ordenamento em vigor, não articula a implementação das energias renováveis com o uso e ocupação do solo existente e futuro;</p>	<p>O incentivo à utilização de energias renováveis é integrado como objectivo operacional no Plano de Acções para a revisão do PDM;</p> <p>A revisão do PDM constitui a oportunidade para integrar a delimitação de zonas para as fontes de energia renovável, considerando uma ocupação do solo que seja compatível com a protecção da paisagem, a preservação da biodiversidade e, por sua vez, coerente com os novos IGT a propor;</p>
Eficiência energética no PDM	
<p>Integração da eficiência energética dos edifícios nos objectivos e estratégias do PDM em vigor, enquanto contributo para a redução de emissões poluentes;</p> <p>A eficiência energética à escala das operações urbanísticas é promovida através de incentivos a fixar em regulamento municipal;</p>	<p>A eficiência energética é integrada como objectivo operacional no Plano de Acções para a revisão do PDM;</p> <p>A revisão do PDM constitui a oportunidade para definir parâmetros para as áreas de expansão, reabilitação e regeneração urbana que incluam opções específicas no domínio do reforço da eficiência energética;</p> <p>O desenvolvimento de normas para a construção ou reabilitação de edifícios, constitui uma forma de orientação essencial para incentivar o reforço da eficiência energética ao nível do projecto;</p>

Loures	Arraiolos
Medidas, programas e iniciativas de incentivo da eficiência energética implementadas	
<ul style="list-style-type: none"> • Substituição de lâmpadas convencionais por tecnologia LED para a iluminação pública em algumas vias e edifícios escolares; • Elaboração do Plano de Acção para a Energia Sustentável de Loures (2011); 	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de Iluminação com tecnologia LED associada a um sistema inteligente de telegestão do Centro Histórico de Arraiolos;
Entidades de referência na área da eficiência energética e energia renovável com incidência nos municípios em estudo	
<ul style="list-style-type: none"> • Câmara Municipal; • Agência Municipal de Energia e Ambiente de Loures (AMEAL); 	<ul style="list-style-type: none"> • Câmara Municipal; • Comunidade Intermunicipal do Alentejo Central;
Entrevistas exploratórias realizadas	
<ul style="list-style-type: none"> • Técnicos do gabinete de planeamento da CML – Auscultação sobre a proposta de uma plataforma SIG que monitorize o balanço energético ao nível do município; • Técnicos do departamento e gestão urbanística da CML – Descrição das medidas para a implementação da eficiência energética à escala dos aglomerados e edifícios; • Técnicos da AMEAL – Descrição dos processos de licenciamento das unidades de energia renovável existentes; • Águas Tejo Atlântico – Auscultação da posição da empresa face à possibilidade de produção de energia renovável na ETARS municipais; • EDP, Energias de Portugal – informação sobre a integração das energias renováveis nas redes de media tensão. Disponibilidade da empresa em colaborar com os municípios em projectos de reforço da eficiência energética e integração de <i>smart grids</i>; 	<ul style="list-style-type: none"> • REN, Redes Energéticas Nacionais – informação sobre a integração das energias renováveis nas redes de transportes; • Técnicos do departamento e gestão urbanística – auscultação das ambições em matéria de desenvolvimento energético municipal, objectivos estratégicos e visão a implementar no processo de revisão; • Técnicos da empresa adjudicatária da revisão do PDM (THE USECONCEPT) – questões a equacionar no âmbito da caracterização do potencial de eficiência energética e eficiência energética. Sugestões para o Regulamento do PDM para a elaboração de PAT como instrumentos de promoção • Técnico na área da energia renovável e eficiência energética, residente no município – auscultação da aceitação social das pessoas que moram no município face à instalação de sistemas solares e adopção de medidas de eficiência energética;

A análise comparativa apresentada, permite entender que a implementação do modelo *SMART RURAL* se articula directamente com as dimensões espaciais e temporais do planeamento e da gestão do território, sendo indispensável que a visão e estratégias de desenvolvimento energético sejam integradas na revisão dos IGT's em vigor. Neste âmbito, a escolha de Loures como caso de município com um PDM revisto recentemente e unidades de produção de energia renovável implementadas no território, foi essencial para desenvolver um processo de análise e diagnóstico rigoroso que permite suportar a elaboração de cenários exploratórios sobre o potencial de balanço energético *Net-Zero*.

Por outro lado, o município de Arraiolos, caracterizado pela sua ruralidade e um processo de revisão do PDM em curso, permite testar a componente operativa do modelo *SMART RURAL*, equacionando uma situação de referência que exige novos tipos de

intervenção para concretizar o potencial de reforço da eficiência energética e de fontes de energias renováveis existente, mas ainda não implementado.

É ainda de referir o contributo das entrevistas exploratórias realizadas ao longo da aplicação do modelo *SMART RURAL* aos dois casos de estudo. A auscultação dos técnicos da Câmara Municipal de Loures em matéria de energias renováveis e eficiência energética, permitiu obter o quadro operacional subjacente o PDM em vigor e as intervenções implementadas no território. Neste contexto, destaca-se o papel chave da AMEAL que, desenvolve uma actividade importante na divulgação dos resultados obtidos de reconhecido impacte municipal e na promoção da participação em projectos de âmbito nacional e internacional. A auscultação da Águas Tejo Atlântico, no âmbito da produção de energia renovável nas ETARS, e da EDP em termos de cooperação em projectos relacionados com a energia sustentável e *SmartGrid's*, também permitiu identificar a posição de proatividade destas grandes empresas face à promoção do desenvolvimento energético sustentável à escala do município.

Por outro lado, as entrevistas desenvolvidas no âmbito do caso de Arraiolos permitiram reforçar a parte processual do modelo *SMART RURAL*. A abordagem à REN permitiu entender a existência de expectativas e vontades de cooperar na inovação das redes de energia eléctrica relacionadas com a introdução de unidades de energia renovável, numa região com grande potencial em termos de recursos energéticos. A auscultação dos técnicos da câmara ajudou a estabilizar alguns dos objectivos a atingir no âmbito do desenvolvimento do quadro estratégico a integrar no futuro PDM. De referir também, o contributo dos técnicos do departamento e gestão urbanística que avaliaram, comentaram e aprovaram os conteúdos desenvolvidos no âmbito do protocolo de estudos a realizar na 1ª fase, os quais constam na análise, caracterização e diagnóstico da situação energética concelhia, bem assim como no estabelecimento das estratégias de desenvolvimento a adoptar para concretizar o modelo “Arraiolos *Net-Zero*”.

Neste contexto a Autarquia de Arraiolos abraçou o desafio e determinou que o modelo *SMART RURAL* fosse parte integrante do processo de revisão do PDM. O trabalho conjunto com a consultora responsável pela revisão do PDM, foi determinante para transitar do processo de planeamento teórico à sua implementação prática. Por fim, a

auscultação de um especialista em energias renováveis e eficiência energética residente no concelho, permitiu explorar a vertente social relacionada com estas temáticas.

Esta entrevista permitiu também reforçar a consciência sobre perfil da população rural, idosa e com baixos rendimentos, com uma sensibilidade menor e uma disponibilidade muito limitada em termos de investimentos, e o perfil da população urbana, com mais recursos económicos e mais aberta à necessidade de reduzir os consumos de energia e melhorar o conforto das próprias habitações.

6.4 Componente científica

Tendo em conta a natureza exploratória da abordagem que levou à concepção do modelo *SMART RURAL* e à sua aplicação prática, a validação da coerência e rigor em termos científicos dos resultados obtidos torna-se um aspecto fundamental. Procurando construir um método de investigação que permitisse ultrapassar a questão da subjectividade, considerou-se que através da publicação de artigos em revistas científicas e a divulgação de conteúdos em congressos e conferências internacionais e nacionais, acompanhado pelo processo de revisão por pares, se assumiria um instrumento de validação crítica e construtiva eficaz para este fim.

Neste sentido, o processo de validação teve como primeira etapa a construção do cronoprograma definido na fase inicial do trabalho (Figura 3). Foi aqui foi criado um plano de elaboração e divulgação de conteúdos científicos em linha com os temas mais relevantes da investigação. De referir, que esta programação prévia foi metodologicamente importante no tornar mais robusta a validação da componente científica do trabalho, bem como, para monitorizar a sua evolução.

Passando da programação preliminar aos resultados obtidos, a figura seguinte sintetiza a produção científica realizada ao longo do percurso da investigação, isto é, desde a fase de elaboração do estado da arte até à conclusão da aplicação prática do modelo teórico aos casos de estudo (Figura 162).



Figura 162: Síntese da produção científica desenvolvida ao longo da investigação

É importante observar que a produção científica desenvolvida é composta por um conjunto heterogêneo de conteúdos que são distribuídos de forma homogênea ao longo das várias etapas da investigação. Esta sistematização demonstra que foram cumpridos os critérios de credibilidade, divulgação e acessibilidade. Por outro lado, é fundamental considerar que, dos 9 artigos publicados, 8 encontram-se indexados na base SCOPUS, sendo possível utilizar este recurso para extrair as métricas e os indicadores bibliométricos que caracterizam esta componente da produção científica no período de referência 2012-2017 (Figura 163).

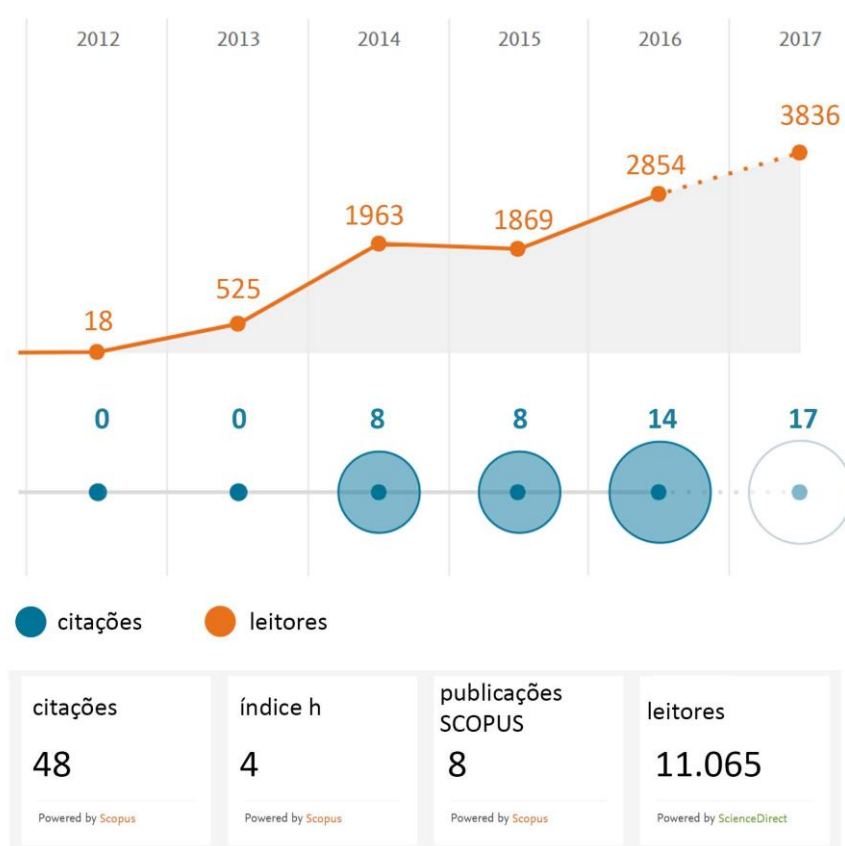


Figura 163: Métricas e indicadores bibliométricos das publicações indexadas na SCOPUS (período de referência de 01/11/12 a 01/11/2017)

Fonte dados: Mendley Stat, gráfico baseado na base Scopus and Sciencedirect

A figura apresentada permite assim medir os índices de produção e disseminação dos conteúdos em termos de importância e impacto científicos. O número de citações e de leitores obtido pelas publicações ao longo do tempo, permite identificar uma tendência crescente, em particular nos últimos dois anos, facto este, que se prende com a consolidação das temáticas do rural inteligente associado com as energias renováveis e a eficiência energética e da questão do balanço à escala do município.

6.5 Síntese de capítulo

Nesta secção, foi apresentada a validação do modelo *SMART RURAL* considerando-se essencial demonstrar a sua coerência em termos teóricos, operativos e científicos. Para tal, foram desenvolvidas três abordagens: o inquérito, a comparação entre casos de estudo e a avaliação da produção científica.

A auscultação de uma amostra de inquiridos, seleccionados entre técnicos e políticos que têm intervenção directa nos domínios do ordenamento e planeamento do território e da energia sustentável e indivíduos que representam o público geral, permitiu entender as diferentes sensibilidades que existem face ao conceito de desenvolvimento energético sustentável. Neste âmbito, a convergência das expectativas e preocupações face a este tipo de desenvolvimento, foi importante para validar e divulgar o processo de elaboração da componente teórica do modelo, tendo em conta a necessária aceitação e colaboração por parte dos vários actores públicos e privados potencialmente envolvidos. É, pois, sobre a relação entre o poder e interesse institucional e a responsabilidade social que assentam os pressupostos de acção individual, colectiva e pública, indispensáveis para o sucesso do processo de transição energética de matriz local preconizado pelo modelo *SMART RURAL*.

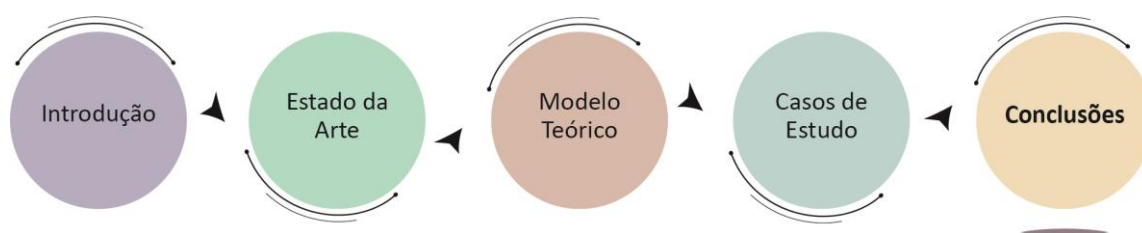
Passando da teoria à prática, a aplicação do modelo aos dois casos de estudo permitiu dar continuidade ao processo de construção do modelo e, ao mesmo tempo, validar a sua componente operacional. Da comparação entre os casos dos municípios de Loures e Arraiolos, resultam algumas diferenças no processo de operacionalidade do modelo, diferenças estas, que por um lado se complementam, por outro, consubstanciam-se. Assim, é possível afirmar que o nível de detalhe e de abordagem integrada adoptado no primeiro caso de estudo, conduz a soluções de maior objectividade/síntese enquanto, no segundo caso de menor escala, torna-se efectivamente mais operativo.

Por fim, a validação científica surge para assegurar que o trabalho de investigação desenvolvido não seja apenas um exercício exploratório, mas sim, um contributo que une teoria e prática na produção de conhecimento criativo e, ao mesmo tempo, cientificamente fundamentado. Neste sentido, a publicação e divulgação de conteúdos, através de modalidades com revisão por pares, foi considerada uma forma adequada para validar a coerência da investigação, combinando a avaliação externa e qualificada

com uma actividade de disseminação sistemática, no seio das várias esferas científicas da especialidade.

Em suma, foi procurado, com este processo de validação, o observar dos resultados da investigação de forma objectiva e construtiva, valorizando e conjugando entre si, três diferentes vertentes: Sociedade, Prática Profissional e Investigação. É assim possível referir que o modelo *SMART RURAL* resulta num processo de planeamento energético municipal de base científica, ligado com o desenvolvimento sustentável socialmente aceite e operacionalizado através de um método cuja capacidade de projecção de futuros cenários se caracteriza pela adaptabilidade e replicabilidade do seu processo de definição de estratégias de intervenção e pela sua concretização no território.

PARTE V



CAPÍTULO VII | CONCLUSÕES E INVESTIGAÇÃO FUTURA

O futuro dos “mundos rurais” decide-se, no essencial, em sede urbana.

João Ferrão, 2000

7.1 Principais conclusões

As consequências do actual modelo energético, decorrente da queima de combustíveis fósseis, têm vindo a repercutir-se à escala global, acentuando os efeitos de problemáticas bem notórias: elevados padrões de procura de energia, aumento de emissões de gases com efeito de estufa, contaminação do solo, da água e do ar, consumo desequilibrado de recursos, e ainda um quadro de insegurança energética. Esta investigação prendeu-se directamente com estas questões, apresentando uma contribuição para o desenvolvimento energético sustentável, com enfoque na intervenção à escala do município.

A primeira parte da tese corresponde à Introdução, onde se reflectiu sobre a necessidade de transpor o conceito de balanço energético “Net-Zero”, associado aos edi-

fícios de elevado desempenho, para uma visão mais alargada: o Município. Esta mudança de escala e perspectiva de intervenção, assentou em duas **constatações base**, identificadas na fase de contextualização do âmbito e da questão da investigação:

- as **cidades** concentram hoje a maioria da população, das actividades económicas e da riqueza, constituindo os principais palcos para a dinamização da redução dos consumos de energia e promoção de soluções de eficiência energética e redes inteligentes. Não obstante, são simultaneamente os lugares onde existem barreiras físicas à produção de energia renovável, com consequências para o processo de transição para uma economia com baixas emissões de carbono;
- o **espaço rural**, caracterizado por territórios de baixa densidade e onde existe o maior potencial de aproveitamento dos recursos energéticos endógenos, revela-se hoje o principal protagonista para dinamizar o desenvolvimento energético sustentável à escala do município.

Definiu-se assim o **âmbito da investigação**, que identifica a necessidade/oportunidade de elaborar um modelo para estruturar as áreas rurais de forma a concretizar o potencial de produção de energia renovável e reforçar a eficiência energética para minimizar os padrões de consumo de energia, existentes à escala do município. É este o quadro que leva a **questionar** a possibilidade, ou não, de alcançar o conceito de balanço energético nulo, “Net-Zero”, quando aplicado ao espaço rural, com base no reforço da eficiência energética e da produção de energia renovável, e ainda, identificar quais são os pressupostos para que o processo de planeamento possa promover o equilíbrio entre produção e consumo de energia à escala do município de uma forma sustentável.

O **Estado da Arte**, desenvolvido na segunda parte da tese, apresenta uma análise coesa e substanciada nas três grandes temáticas subjacentes ao âmbito e questão da investigação: o Espaço Rural, a Energia Renovável e a Eficiência Energética.

O **Capítulo II – ESPAÇO RURAL**, prende-se com o enquadramento do contexto de intervenção espacial e operativo da investigação: o que significa espaço rural, quais os conceitos para a sua delimitação e como planear e intervir nele. Neste âmbito, as principais conclusões a reter são:

- A Geografia e o Planeamento representam hoje duas disciplinas cada vez mais

interdependentes. Este facto interliga-se com a necessidade de se adaptarem a uma **definição de espaço** em contínua mudança e que acompanha a evolução da sociedade. Deste modo, o espaço ao se revelar uma síntese da contemporaneidade, representa um vector de desenvolvimento indissociável da criação de abordagens multidisciplinares, capazes de dar resposta aos novos desafios do futuro;

- Os **conceitos de delimitação** desempenham um papel chave para a especificação e diversificação do espaço e, como tal, para o seu estudo, planeamento e gestão. A sistematização dos princípios de coerência funcional, índole morfológica e relações de interdependência – Regiões Funcionais; dos critérios de homogeneidade, polarização, planeamento e programação – Regiões Formais; e dos sistemas de classificações de ordem tipológica e estatística – Região Administrativa, permitem uma aproximação coesa ao entendimento do que é Espaço Urbano e Espaço Rural e como eles convergem para a formação do território enquanto suporte físico das actividades humanas;
- O processo de transformação da cidade, que perde os seus limites e “explode” no território, difundindo-se e diluindo-se nas áreas rurais, determina um conjunto vário de modelos espaciais que podem ser classificados através de abordagens de natureza administrativa-estatística-legal, complementadas por delimitações de tipo morfológico. **Planear e intervir** no espaço implica estudar e analisar respectivamente a forma e as funções, acrescentando a importância da estrutura, da relação, da organização e das dinâmicas. Este entendimento é essencial para entender que as abordagens ao espaço não se devem limitar a absorver passivamente as suas componentes, mas sim a transpô-las numa organização espacial e funcional, através do Ordenamento e Planeamento do Território entendido como Processo Operativo da natureza integrada, estratégica e prospectiva.

Ainda como componente do Estado da Arte, no **Capítulo III – ENERGIA PARA O FUTURO**, encontram-se sistematizadas as duas temáticas das energias renováveis e da eficiência energética em torno de um foco comum: o município e o seu espaço rural. Neste sentido, foi feita uma selecção das fontes de energia renovável, identificando-se a energia solar, a energia eólica, a geotermia, a mini-hídrica e a biomassa como os recursos mais adequados para a produção à escala local. A seguir, foi desenvolvida uma

revisão sistemática de todos os factores determinantes, aspectos condicionantes e parâmetros funcionais que intervêm no processo de planeamento destes recursos energéticos no espaço rural, em articulação com o tema da transição necessária das redes de energia eléctrica convencionais para sistemas de *SmartGrid's*.

A procura de um balanço energético nulo ao nível do município, onde a delimitação espacial permite identificar diferentes tipologias de espaços de produção e consumo de energia, torna o estudo da eficiência energética uma etapa da investigação logicamente necessária. Neste âmbito, a abordagem assentou numa síntese holística do estado da arte sobre os determinantes da eficiência energética no espaço urbano, e no estabelecimento de correlações para a respectiva adaptação ao contexto do espaço rural e operacionalização ao nível do planeamento municipal. Face às constatações obtidas ao longo deste capítulo, e à sua articulação com as temáticas anteriormente abordadas sobre o Espaço Rural, conclui-se que:

- Embora se verifique uma preocupação global sobre as questões relacionadas com a transição energética sustentável, existe a falta de um método específico para o planeamento das **energias renováveis** nos lugares sociogeográficos directamente envolvidos neste processo, nomeadamente as áreas rurais e as suas comunidades. De facto, o conceito de planeamento das energias renováveis nas áreas rurais não é entendido no quadro de um processo de articulação territorial/municipal. Estas lacunas levam a que seja oportuna a proposição de um modelo operativo que articule a implementação das energias renováveis e das *SmartGrid's* associadas com o processo de planeamento municipal, evidenciando a necessidade de apoiar os governos e autoridades locais no alcance de um espaço rural energeticamente eficiente. Neste âmbito, as estratégias de desenvolvimento energético municipal devem ser elaboradas com base em métodos de análise custo-benefício e de decisão multicritério que garantam o aproveitamento sustentável das fontes de energia renovável evitando, em particular, impactos nas áreas rurais que podem ser profundos e irreversíveis. Ainda neste âmbito, integrar a participação da população no processo de decisão, é essencial para divulgar o conceito de paisagens energéticas numa lógica de aceitação social e fomentar a criação de comunidades bioenergéticas;
- Considerando que a problemática dos consumos de energia é, principalmente, uma

questão associada às cidades e aos edifícios, o estudo da **eficiência energética no ambiente urbano** permitiu identificar os determinantes sobre os quais se deve intervir para alcançar o seu reforço. Constatou-se que o sucesso da contribuição do planeamento municipal e da arquitectura para o reforço da eficiência energética depende, em grande parte, da definição de estratégias de desenho urbano e projecto dos edifícios, em que a componente bioclimática e tecnológica surjam como quadro referencial das soluções para a redução dos consumos. A temática do reforço da eficiência energética foi correlacionada com o espaço rural com base num exercício de reinterpretação dos determinantes identificados anteriormente na abordagem ao ambiente urbano. Esta abordagem conduziu ao entendimento de que as formas, as tipologias e os elementos morfológicos dos aglomerados; as tipologias, os materiais e os sistemas construtivos dos edifícios em conjunto com o aproveitamento da energia solar no ambiente construído; e a racionalização do uso da energia nas actividades de produção agrícola e animal, são os aspectos fundamentais a equacionar com vista ao enquadramento do reforço da eficiência energética nas áreas rurais. Por outro lado, a análise da integração da eficiência energética no planeamento municipal evidenciou a ausência de métodos e ferramentas para a avaliação do desempenho energético à escala do município; a carência de orientações específicas para a implementação de soluções de utilização mais eficiente da energia no espaço rural e a escassez de esquemas de financiamento programático, sendo estes os principais obstáculos a ultrapassar pelos decisores políticos e técnicos de planeamento.

Na terceira parte da tese elaborou-se o modelo *SMART RURAL* enquanto abordagem conceptual e metodológica. Esta etapa procurou essencialmente criar laços entre as evidências e as preocupações identificadas no estado da arte e as intuições empíricas relacionadas com o objectivo de balanço energético “Net-Zero”, e a sua operacionalização e aplicação prática à escala do município. Posto isto, os aspectos que se considera importante evidenciar, no âmbito do **Capítulo IV - MODELO SMART RURAL**, são os seguintes:

- O âmbito e a questão da investigação foram articulados com o quadro de referência delineado no estado da arte, tornando explícitos os pressupostos necessários para

fundamentar o conceito de **Desenvolvimento Energético Sustentável no Município**. De facto, a leitura sistémica da definição de Desenvolvimento Sustentável referida por Bartelmus (1994:73) sob uma perspectiva relacional com a Energia, representa um contributo para demonstrar a relevância e pertinência deste nexos para se garantir o futuro da sociedade. Neste sentido, é com esta noção de modelo de desenvolvimento, que interliga a Energia com as componentes da Sustentabilidade, que se criam as bases teóricas para a construção da visão das áreas rurais como espaços de potencialidades energéticas concretizáveis, mas também património biofísico e cultural a salvaguardar, ordenar e gerir.

- O processo de formulação das **componentes do SMART RURAL** foi abordado de forma estruturada e sequencial. Começou-se pela definição de uma VISÃO e respectivas METAS, necessárias para enquadrar posteriormente o MODELO TEÓRICO, cujo objectivo é explicitar as articulações e interacções que sustentam a sua forma de operar à escala do município e justificam os seus principais domínios de intervenção. A aplicação dos conceitos e princípios delineados na fase anterior ao quadro da elaboração, alteração e revisão do PDM, levou à sistematização de um processo de planeamento, estruturado de acordo com as etapas de: programação estratégica, caracterização e diagnóstico, proposta de plano e implementação. Neste sentido, o valor metodológico do modelo sugerido prende-se com as suas potencialidades enquanto guia orientador para a intervenção.

Na quarta parte da tese desenvolveu-se a **aplicação a casos de estudo**, usando como instrumento de referência o modelo anteriormente referido. É, pois, através de uma abordagem do plano teórico à realidade de contextos, problemáticas e expectativas, associadas directamente com o ordenamento e planeamento do território, que foi possível ensaiar as abordagens preconizadas ao nível da caracterização, diagnóstico e síntese direccionados para a proposta de estruturação “Net-Zero” do município.

No **caso de Loures “Net-Zero”** foi desenvolvido um modelo para o balanço energético associado a um território caracterizado por: 1. um potencial considerável de recursos energéticos endógenos; 2. um conjunto de unidades de produção já implementadas e 3. um modelo de ocupação com uma marcada componente urbana e uma ex-

tensa área rural e florestal. Tendo em conta este referencial de base e que se está perante um município cujo PDM entrou recentemente em vigor, neste caso de estudo analisou-se a **relação entre o modelo de actuação do planeamento municipal e os aspectos espaciais e ambientais relacionados com as energias renováveis e da eficiência energética**, evidenciando-se o seguinte:

- A **análise espacial das unidades de produção de energia renovável existentes**, permitiu evidenciar que a intervenção do ordenamento e planeamento do território municipal careceu de sistematização no que se refere à integração das questões de salvaguarda dos diferentes usos do solo agrícola e florestal, de preservação da biodiversidade, bem como de regulamentação rigorosa da implantação ou instalação de infra-estruturas para o aproveitamento dos recursos energéticos renováveis;
- A **análise integrada do potencial de fontes de energia renovável** demonstrou que o município tem condições para o aproveitamento de outros recursos além da energia solar e eólica, facto este que iria potenciar e diversificar o actual mix energético. Este resultado permitiu fundamentar a cenarização da parte da produção do modelo Loures “Net-Zero”, suportada pelas estratégias: COMPLEMENTAR | BIOENERGIA EM SINERGIA e VALORIZAR | MINI-HÍDRICA. Neste âmbito é ainda de destacar a potencial contribuição das grandes coberturas industriais e outros edifícios pavilhonares existentes no concelho, que permitem reforçar este tipo de abordagem;
- Na **análise quantitativa dos consumos de energia** foi desenvolvida uma abordagem que, articulando dados estatísticos e vectoriais em ambiente SIG, permitiu traduzir em áreas a informação quantitativa e qualitativa do desempenho energético ao nível das actividades económicas e do edificado. Este método, definido como de análise morfo-energética, demonstrou também a capacidade de suportar um diagnóstico integrado, com enfoque nos níveis dos aglomerados e edifícios, para a definição de estratégias de reforço da eficiência energética e a sistematização dos parâmetros mais relevantes para cada escala de intervenção;
- A **análise quantitativa do desempenho energético** do município mostrou que, actualmente, o conjunto de unidades de produção de energia solar e eólica não permite satisfazer o balanço energético nulo. Contudo, é de referir que é possível identificar combinações de equilíbrio entre o total da produção de energia renovável

e os padrões de consumo de energia eléctrica associados a determinados conjuntos de sectores (Figura 95). Neste sentido, o reforço da eficiência energética pode ser suportado por um quadro de referência, que permite evidenciar os sectores para quais importa direccionar programas específicos para a redução dos consumos. A importância desta reflexão prende-se com o actual contexto financeiro dos municípios, onde a programação dos investimentos é um aspecto crucial para promover qualquer iniciativa, e com a contribuição de natureza estratégica que esta abordagem pode prestar para alcançar lógicas de balanço energético, no curto prazo.

No **caso de Arraiolos “Net-Zero”** foi desenvolvido um modelo para o balanço energético que assenta num território caracterizado por: 1. áreas predominantemente agrícolas, agro-florestais e aglomerados de baixa densidade e 2. não existem ainda unidades de produção de energia renovável implementadas. Tendo em conta este referencial de base e que se está perante um município com o PDM actualmente em fase de revisão, neste caso de estudo implementou-se o processo de planeamento preconizado no modelo teórico *SMART RURAL*, no sentido de criar uma proposta de acção a integrar no futuro PDM. As conclusões que esta abordagem permite pôr em evidência são:

- As pretensões do município em matéria de promoção da **eficiência energética** e das **fontes de energia renovável**, determinaram a necessidade de se **avaliar a situação existente** com vista à elaboração de estratégias específicas para o PDM. Neste âmbito, a interpretação dos resultados obtidos no caso de Loures permitiu desenvolver uma abordagem mais crítica e proactiva, que se reverteu numa etapa de diagnóstico de síntese direccionada para o apoio directo à decisão. Neste caso de estudo pretendeu-se, portanto, que o processo de avaliação assumisse um carácter mais operativo. A análise do consumo de energia incidiu com mais detalhe ao nível dos aglomerados e dos edifícios, sendo estas as escalas de intervenção que apresentam maiores margens de reforço da eficiência energética num município rural. Neste contexto da articulação entre os princípios da bioclimática e os parâmetros da morfologia do edificado e das suas características arquitectónicas e culturais, resultaram factores determinantes para a elaboração de estratégias municipais relacionadas com a eficiência energética. Os resultados da avaliação do potencial de energia renovável, revelaram alguma limitação em termos de diversificação do mix energético, sendo a

energia solar e a biomassa os únicos recursos com capacidade concreta de aproveitamento. Contudo, a relação entre território de baixa densidade e menor consumo de energia constitui o factor chave para equacionar uma situação de balanço energético.

- **A abordagem proposta para o reforço da eficiência energética**, resultou numa estratégia firmada em três eixos fundamentais: 1. REGENERAÇÃO DOS AGLOMERADOS; 2. REABILITAÇÃO DOS EDIFÍCIOS; 3. RACIONALIZAÇÃO DA EXPANSÃO URBANA E NOVOS EDIFÍCIOS. De facto, revelou-se necessário sistematizar as intervenções de acordo com uma base regrada para as diferentes escalas e contextos urbanos e rurais identificados no município. Neste sentido, considerou-se pertinente articular a regeneração urbana com o objectivo da melhoria do desempenho energético, para explicitar a necessidade do desenho bioclimático ao nível dos espaços exteriores. Por outro lado, a integração da eficiência energética na reabilitação dos edifícios, apesar de ser já uma abordagem bastante comum, foi aqui formalizada tendo em conta normas específicas para os casos dos edifícios nos núcleos históricos, nas coroas consolidadas e áreas de urbanização difusa e nas áreas rurais (edifícios vernaculares). Por fim, o conceito de racionalização energética, aplicado às áreas de expansão urbana e novos edifícios, pretende sensibilizar as autarquias para a promoção do balanço energético no interior dos perímetros urbanos. Neste contexto, será fundamental que o projecto dos novos edifícios seja concebido de acordo com os modelos Eco-Bioclimático e de Balanço Energético Nulo.
- **A abordagem proposta para o aproveitamento de energia renovável**, desenvolvida no âmbito do modelo Arraiolos “Net-Zero”, assenta em duas metas: Arraiolos Bio e Arraiolos Solar. Esta sistematização corresponde ao aproveitamento do potencial de energia solar e de biomassa, com enfoque na integração da componente ambiental. Para tal, foram considerados vários níveis de intervenção que vão: da instalação de sistemas fotovoltaicos nas coberturas das habitações, incidindo na responsabilidade social, à instalação de pequenas unidades de produção nas coberturas industriais ou nas áreas envolventes das minas, promovendo as iniciativas público-privadas. No âmbito da biomassa são de salientar as vantagens associadas à construção de sinergias intermunicipais, que permitam criar uma rede de recolha eficaz para atingir as quantidades de matéria prima necessárias para a valorização energética e prevenir,

ao mesmo tempo, o risco de incêndios nas áreas rurais.

Tendo em conta que são poucos os PDM's ao nível nacional, que integram com rigor e detalhe as temáticas das energias renováveis e da eficiência energética, considera-se que a aplicação aos casos de Loures e Arraiolos representa um contributo importante para sensibilizar as autarquias e os decisores políticos a adoptarem novas atitudes face à necessária transição para um modelo de desenvolvimento energético municipal mais eficaz e sustentável.

7.2 Propostas e caminhos futuros

Com a formulação do modelo *SMART RURAL*, demonstrou-se a existência e contributos de um caminho para a transição energética sustentável que se baseia no espaço rural e que se considera exequível no médio e longo prazo. O idealismo pragmático subjacente à hipótese de investigação – o balanço *Net-Zero* à escala do município, traduziu-se no assumir as problemáticas e falhas da situação actual; no identificar a possibilidade de planear um rural energeticamente eficiente; na consequente demonstração deste caminho. Escrever o capítulo final deste caminho de investigação é sentir o que Marco Polo referia sobre as suas viagens pelas Cidades Invisíveis:

“o viajante reconhece o pouco que é seu, descobrindo o muito que não teve e o que não terá.” (Calvino, 1996)

Por outras palavras, a própria essência de uma linha de investigação sobre uma temática emergente, é não haver respostas absolutas, mas sim caminhos a percorrer. Neste sentido, considera-se que a temática do *SMART RURAL*, atendendo a uma abrangência conceptual e prática consubstanciada por uma interdisciplinaridade transversal, deu apenas o seu primeiro passo do qual podem resultar novas linhas de investigação. Neste sentido, algumas das propostas e caminhos futuros da investigação, que se considera relevante evidenciar são:

- Desenvolvimento da **plataforma web SMART RURAL** – instrumento participativo para a promoção e o suporte do desenvolvimento energético sustentável à escala do município;
- **Região funcional no contexto energético do território** – Tendo-se considerado que

o balanço de energia nulo à escala do município pode necessitar a inclusão de outras escalas de intervenção¹⁰⁸, ficou por ser analisado com mais detalhe, o conceito de região funcional como espaço de cooperação energética entre o rural e o urbano (Poggi e Amado, 2014);

- O conceito **“Rural NZEB”** – Na análise das características do edificado no rural, entendeu-se que as boas práticas da arquitectura vernacular proporcionam contributos valiosos no que se refere ao desempenho energético dos edifícios (Poggi et al., 2015). Tal situação, exigirá uma abordagem mais enquadrada nos domínios da reabilitação e restauro dos edifícios, da arquitectura bioclimática e da sociologia;
- O modelo *SMART RURAL* no contexto dos **países em desenvolvimento** – Assim como se apresentou uma proposta de modelo para dois municípios em Portugal, considera-se de grande utilidade o seu aprofundamento, procurando estudar o caso dos países em desenvolvimento. Tal abordagem foi em parte aplicada para o planeamento de uma central fotovoltaica em Chã das Caldeiras, Cabo Verde (Amado e Poggi, 2015) e no processo de avaliação do potencial de energia renovável desenvolvido no âmbito do Plano Director de Ordenamento da região de Oecússi, Timor-Leste (GEOTPU & FUNDEC, 2016);
- **SINERGIA 50+50** – A proposta de projecto que pretende tornar os edifícios escolares públicos com balanço energético zero, tendo por base um mecanismo de autofinanciamento e de repartição de proveitos em 50 + 50 (Candidatura AML / Municípios de Cascais, Oeiras, Sintra e Mafra, 2015). Neste sentido, defende-se a necessidade de continuar a desenvolver mecanismos de autofinanciamento que envolvam o público e o privado, de forma a contribuir para implementar as bases económicas do reforço da eficiência energética;
- **SOLARBIOLAND** – Proposta de projecto que implementa um processo de delimitação geográfica de células no território com potencial para a produção de culturas energéticas e produção fotovoltaica, em simultâneo. Este conceito de optimização do uso do solo para fins energéticos, deveria ser desenvolvido e referenciado a um caso concreto de forma a explorar as questões ligadas à agronomia e à sua

¹⁰⁸ Salienta-se o caso das centrais de biomassa, digestão anaeróbica e valorização orgânica que podem recepcionar matéria prima de uma área de abrangência intermunicipal ou regional.

compatibilização com os requisitos dos sistemas fotovoltaicos;

- **SOLAR URBAN CELLS** – Proposta de projecto que transpõe o conceito de balanço energético à escala da cidade com base na delimitação de células urbanas capazes de produzir mais energia do que aquela que consomem, com recurso ao aproveitamento da energia solar e maximização da redução dos consumos nos edifícios. Este projecto prevê ainda a cenarização da integração das *SMARTGRID*'s e dos carros eléctricos à escala do bairro, através da escolha de uma amostra como caso piloto (Amado *et al.*, 2017).

O actual “Rural sem Lugar”, encontra nesta investigação uma nova identidade própria, que complementa a produção de bens alimentares e ultrapassa a marginalização relacionada com a definição de ser o espaço “além do urbano”. O espaço rural do futuro assim preconizado, é um rural energeticamente eficiente e, como tal, inteligente: *SMART RURAL*. É de referir, que esta abordagem, assentando na interdisciplinaridade e transversalidade entre várias temáticas, se enquadra num domínio científico emergente, entre a Geografia da Energia e o Ordenamento e Planeamento do Território. Na Geografia, encontram-se os métodos de análise e diagnóstico da configuração e desenvolvimento espacial do território. É neste contexto que o *SMART RURAL* promove um processo de tratamento da informação que conduz à elaboração de “modelos de análise morfo-energética” em SIG. Por outro lado, a necessidade de compreender e gerir a relação território-energia, converge para percepções e significados do espaço atribuídas às práticas de planeamento. A adopção do modelo *SMART RURAL* como instrumento orientador para a acção ao nível do território municipal, permite através da sua visão de balanço energético, que se desenvolva uma delimitação de áreas de intervenção que está espacialmente e funcionalmente focada na transição para a energia sustentável. Formalizando o princípio de “Pensar globalmente, agir localmente”, espera-se que o modelo possa integrar os processos de revisão dos PDM's, conduzindo a uma efectiva afectação dos recursos energéticos endógenos e a uma redução substancial dos consumos de energia em articulação com uma ocupação e uso do solo economicamente, socialmente e ambientalmente sustentável.

É pois, o “dar forma à Energia do Futuro”, que se considera o desafio metodológico e operacional mais relevante que foi atingido através do desenvolvimento do modelo *SMART RURAL*, e que dá azo a que a presente investigação possa ser o ponto de partida para as novas propostas e caminhos futuros aqui traçados.

Bibliografia

- ABBASI, Tasneem; ABBASI, S. A. - Small hydro and the environmental implications of its extensive utilization. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. ISSN 1364-0321. 15:4 (2011), 2134–2143. doi: 10.1016/j.rser.2010.11.050.
- ABERCROMBIE, Sir Patrick - **Town & country planning**. London: T. Butterworth Ltd., 1933
- ACCIONA - **Amareleja fotovoltaic (PV) solar plant** [Em linha], atual. 2016. [Consult. 14 out. 2016]. Disponível em WWW:<URL:http://www.acciona.com/business-divisions/energy/emblematic-projects/amareleja-photovoltaic-pv-solar-plant/>.
- AFGAN, Naim H. *et al.* - Sustainable energy development. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. . ISSN 1364-0321. 2:3 (1998), 235–286. doi: 10.1016/S1364-0321(98)00002-1.
- AGGIDIS, G. A. *et al.* - The costs of small-scale hydro power production: Impact on the development of existing potential. **Renewable Energy**. ISSN 0960-1481. 35:12 (2010), 2632–2638. doi: 10.1016/j.renene.2010.04.008.
- AGNEW, John - Space and place. In **The SAGE handbook of geographical knowledge**. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2011, 316–330.
- ALEV, Üllar *et al.* - Renovation alternatives to improve energy performance of historic rural houses in the Baltic Sea region. **Energy and Buildings**. ISSN 0378-7788. 77 (2014), 58–66. doi: 10.1016/j.enbuild.2014.03.049.
- ALEXANDER, Ernest R. - **Approaches to Planning: Introducing Current Planning Theories, Concepts, and Issues**. 2ª ed. London: Taylor & Francis, 1992. ISBN 978-2-88124-511-4.
- ALLOUHI, A. *et al.* - Energy consumption and efficiency in buildings: current status and future trends. Special Issue: Toward a Regenerative Sustainability Paradigm for the Built Environment: from vision to reality. **Journal of Cleaner Production**. ISSN 0959-6526. 109 (2015), 118–130. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.05.139.
- ALMEIDA, Ana Rita Alves - **Avaliação do potencial ecológico para a realização de culturas energéticas na zona de influência do Perímetro de Rega do Alqueva**. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia, 2009 Dissertação de mestrado.
- AMADO, Miguel - **Planeamento Urbano Sustentável**. 3ª ed. Lisboa: Caleidoscópio, 2009. ISBN 972-8801-74-2.
- AMADO, Miguel, POGGI, Francesca; AMADO, António Ribeiro, BREU Silvia - A Cellular Approach to Net-Zero Energy Cities. **Energies**. 10:11 (2017), 1826. doi: 10.3390/en10111826.
- AMADO, Miguel; POGGI, Francesca - Towards Solar Urban Planning: A New Step for Better Energy Performance. **Energy Procedia**. ISSN 1876-6102. 30 (2012), 1261–1273. doi: 10.1016/j.egypro.2012.11.139.
- AMADO, Miguel; POGGI, Francesca - Solar Energy Integration in Urban Planning: GUUD Model. Technologies and Materials for Renewable Energy, Environment and Sustainability (TMREES14 – EUMISD). **Energy Procedia**. ISSN 1876-6102. 50 (2014), 277–284. doi: 10.1016/j.egypro.2014.06.034.
- AMADO, Miguel; POGGI, Francesca - Planning PV power plants in sub-Saharan African countries. The case of Fogo Island – Cabo Verde. Em MÉNDEZ-VILAS, A. (Ed.) - **Materials and Technologies for Energy Efficiency**. London: BrownWalker Press, ISBN-10: 1-62734-559-0, 2015. p. 53–50.
- AMADO, Miguel; POGGI, Francesca; AMADO, António - **Oeiras E-city - Modelo de Cidade Energeticamente**

Eficiente. 1ª ed. Lisboa: Caleidoscópio, 2014. ISBN 978-989-658-269-2.

AMADO, Miguel; POGGI, Francesca; AMADO, António Ribeiro - Energy efficient city: A model for urban planning. **Sustainable Cities and Society**. ISSN 2210-6707. 26 (2016), 476–485. doi: 10.1016/j.scs.2016.04.011.

ANDREWS, John; JELLEY, Nick - **Energy Science: Principles, Technologies, and Impacts**. Oxford; New York: Oxford Univ Press, 2007. ISBN 978-0-19-928112-1.

ANGELIS-DIMAKIS, Athanasios *et al.* - Methods and tools to evaluate the availability of renewable energy sources. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. ISSN 1364-0321. 15:2 (2011), 1182–1200. doi: 10.1016/j.rser.2010.09.049.

APA - Guia Agenda 21 Local - Um desafio para todos, Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente, 2007.

APA - **Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Tejo- Relatório Técnico**. Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente, 2012

APA - **Boletim Armazenamento Albufeiras** [Em linha], Agência Portuguesa do Ambiente,(2015). [Consult. 25 mai. 2015]. Disponível em WWW:<URL:http://snirh.apambiente.pt/index.php?idMain=1&idItem=1.3&salbufeirasimbolo=21J/01A>.

APREN&INEGI - **e2p - endogenous energies of Portugal** [Em linha], INEGI. [Consult. 7 jan. 2017]. Disponível em WWW:<URL:http://e2p.inegi.up.pt/?Lang=EN>.

ARÁN CARRIÓN, J. *et al.* - Environmental decision-support systems for evaluating the carrying capacity of land areas: Optimal site selection for grid-connected photovoltaic power plants. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. ISSN 1364-0321. 12:9 (2008), 2358–2380. doi: 10.1016/j.rser.2007.06.011.

ASCHER, Francois - **Novos Princípios do Urbanismo**. 1ª ed. Lisboa: Livros Horizonte, 2010, ISBN 9789722416702

ATOM MIRAKYAN; ROLAND DE GUIO - Integrated energy planning in cities and territories: A review of methods and tools. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. ISSN 1364-0321. 22 (2013), 289–297. doi: 10.1016/j.rser.2013.01.033.

ATOM MIRAKYAN; ROLAND DE GUIO - A methodology in innovative support of the integrated energy planning preparation and orientation phase. **Energy**. ISSN 0360-5442. 78 (2014), 916–927. doi: 10.1016/j.energy.2014.10.089.

BADOUIN, Robert - **Économie et aménagement de l'escape rural** Porto: RÉs-Editora, Lda, 1982

BAGANHA, José - **A arquitectura popular dos povoados alentejanos**. 1ª ed. Lisboa: Edições 70, 2016. ISBN 978-972-44-1887-2.

BAILEY, Ian; HOPKINS, Rob; WILSON, Geoff - Some things old, some things new: The spatial representations and politics of change of the peak oil localisation movement. Themed Issue: Geographies of Peak Oil. **Geoforum**. ISSN 0016-7185. 41:4 (2010), 595–605. doi: 10.1016/j.geoforum.2009.08.007.

BAPTISTA, Fernando Oliveira - **Agriculturas e Territórios**. Oeiras: Celta, 2001.

BARBOSA, Tulio; NUNES, João Osvaldo Rodrigues - Kant e a estética romântica germânica: da paisagem de Humboldt a geografia científica. **Synesis**. ISSN 19846754. 3:1 (2011), 63–85. doi: 10.14195/1984-6754_3-1_5.

BARDACH, Eugene - **The Implementation Game: What Happens After a Bill Becomes a Law**. Cambridge, Mass: MIT Press, 1977. ISBN 978-0-262-52049-2.

BARLEV, David; VIDU, Ruxandra; STROEVE, Pieter - Innovation in concentrated solar power. **Solar Energy Materials and Solar Cells**. ISSN 0927-0248. 95:10 (2011), 2703–2725. doi: 10.1016/j.solmat.2011.05.020.

BARRETT, Susan; FUDGE, Colin - **Policy and Action: Essays on the Implementation of Public Policy**. London: Methuen, 1981. ISBN 978-0-416-30670-5.

BARRICO, Lurdes; RODRÍGUEZ-ECHEVERRÍA, Susana; FREITAS, Helena - Diversity of soil basidiomycete communities associated with *Quercus suber* L. in Portuguese montados. **European Journal of Soil Biology**. ISSN 1164-5563. 46:5 (2010), 280–287. doi: 10.1016/j.ejsobi.2010.05.001.

BASOSI, Riccardo; MALTAGLIATI, Silvia; VANNUCCINI, Laura - Potentialities and development of renewable energy sources in an integrated regional system: Tuscany. **Renewable Energy Efficiency, Policy and the Environment**. **Renewable Energy**. ISSN 0960-1481. 16:1–4 (1999), 1167–1173. doi: 10.1016/S0960-1481(98)00465-0.

BECK, Hanno - **Große Geographien. Pioniere - Außenseiter - Gelehrte**. Dietrich Reimer Verlag ed. Berlin:

1984.

BELL, Derek; GRAY, Tim; HAGGETT, Claire - The 'Social Gap' in Wind Farm Siting Decisions: Explanations and Policy Responses. **Environmental Politics**. ISSN 0964-4016, 1743-8934. 14:4 (2005), 460–477. doi: 10.1080/09644010500175833.

BENTO, Nuno; FONTES, Margarida - The construction of a new technological innovation system in a follower country: Wind energy in Portugal. **Technological Forecasting and Social Change**. ISSN 0040-1625. 99 (2015), 197–210. doi: 10.1016/j.techfore.2015.06.037.

BERGEIJK, Peter A. G. Van - **Economic Diplomacy and the Geography of International Trade**. Cheltenham Glos: Edward Elgar Publishing, 2009. ISBN 978-1-78100-777-8.

BLASCHKE, Thomas *et al.* - 'Energy landscapes': Meeting energy demands and human aspirations. **Biomass and Bioenergy**. ISSN 0961-9534. 55 (2013), 3–16. doi: 10.1016/j.biombioe.2012.11.022.

BLOOMQUIST, R. Gordon - Geothermal space heating. Selected Papers from the European Geothermal Conference 2003. **Geothermics**. ISSN 0375-6505. 32:4–6 (2003), 513–526. doi: 10.1016/j.geothermics.2003.06.001.

BOUDEVILLE, Jacques-R. - **L'espace et les pôles de croissance recherches et textes fondamentaux** Bibliothèque d'économie contemporaine. Paris: Presses Universitaires, 1968

BOYLE, Godfrey - **Renewable energy: power for a sustainable future** Open University. 3^a ed. Oxford: Oxford University Press in association with the Open University, 2012. ISBN 978-0-19-856452-2.

BP - BP Statistical Review of World Energy. 2015.

BRACKEN, L. J.; BULKELEY, H. A.; MAYNARD, C. M. - Micro-hydro power in the UK: The role of communities in an emerging energy resource. **Energy Policy**. ISSN 0301-4215. 68 (2014), 92–101. doi: 10.1016/j.enpol.2013.12.046.

BRANDONI, Caterina; POLONARA, Fabio - The role of municipal energy planning in the regional energy-planning process. 6th Dubrovnik Conference on Sustainable Development of Energy Water and Environmental Systems, SDEWES 2011. **Energy**. 48:1 (2012), 323–338.

BRÁS, Alda Maria *et al.* - Biomassa e produção de energia. **Direcção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho**. O Minho, a Terra e o Homem:23 (2006).

BREIMYER, Harold - The Food-Energy Balance. Em **Symposium Population and Food**. Rome: Department of Agricultural Economics, University of Missouri, Columbia, 1975

BRENNETOT, Arnaud; DE RUFFRAY, Sophie - Découper la France en régions. **Cybergeog: European Journal of Geography**. [Em linha], Débats, Quel découpage régional pour la France?, 2014, [Consult. 28 Abr. 2015]. Disponível em <http://journals.openedition.org/cybergeog/26376>

BRIDGE, Gavin *et al.* - Geographies of energy transition: Space, place and the low-carbon economy. **Energy Policy**. ISSN 0301-4215. 53 (2013), 331–340. doi: 10.1016/j.enpol.2012.10.066.

BRITO, M. C. *et al.* - Photovoltaic potential in a Lisbon suburb using LiDAR data. **Solar Energy**. ISSN 0038-092X. 86:1 (2012), 283–288. doi: 10.1016/j.solener.2011.09.031.

BULKELEY, Harriet; BETSILL, Michele - Rethinking Sustainable Cities: Multilevel Governance and the «Urban» Politics of Climate Change. **Environmental Politics**. ISSN 0964-4016, 1743-8934. 14:1 (2005), 42–63. doi: 10.1080/0964401042000310178.

BUNGE, William - **Theoretical geography**. Gleerup; Enlarged 2^a ed. Lund: Royal University of Lund, Dept. of Geography, 1966

BYRDEN, J. - **Renewable Energy as a Rural Development Opportunity**. Oslo: Norsk Institutt for Landbruksøkonomisk forskning, 2010 (Relatório Nº. 2010-8).

BYRNE, John *et al.* - A review of the solar city concept and methods to assess rooftop solar electric potential, with an illustrative application to the city of Seoul. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. ISSN 1364-0321. 41 (2015), 830–844. doi: 10.1016/j.rser.2014.08.023.

CABUGUEIRA, Artur Carlos Crespo Martins - Do desenvolvimento regional ao desenvolvimento local. Análise de alguns aspectos de política económica regional. **Gestão e Desenvolvimento**. Viseu: Universidade Católica Portuguesa. Instituto Universitário de Desenvolvimento e Promoção Social, 9 (2000), 103–136.

CAJOT, S. *et al.* - Obstacles in energy planning at the urban scale. **Sustainable Cities and Society**. ISSN 2210-6707. 30 (2017), 830–844 doi: 10.1016/j.scs.2017.02.003.

- CALVERT, K.; MABEE, W. - More solar farms or more bioenergy crops? Mapping and assessing potential land-use conflicts among renewable energy technologies in eastern Ontario, Canada. **Applied Geography**. ISSN 0143-6228. 36 (2015), 209–221. doi: 10.1016/j.apgeog.2014.11.028.
- CALVERT, Kirby - From 'energy geography' to 'energy geographies' Perspectives on a fertile academic borderland. **Progress in Human Geography**. ISSN 0309-1325. 40:1 (2015), 105-125 doi: 10.1177/0309132514566343.
- CALVINO, Italo - **Le città invisibili**. 4ª ed. Milano: Edizioni Mondadori, 1996. ISBN 978-88-520-2734-5.
- CAMPELO, Álvaro - **A paisagem: introdução a uma gramática do «espaço»**, Coleção palestras. Guimarães: Universidade do Minho, Departamento de Geografia, 2013
- CAMPILHO, Pedro Sebastião Perestrelo De Souza E Holstein - **Avaliação do potencial nacional para o aproveitamento de biomassa florestal para fins energéticos**, Lisboa: FCT-UNL, (2010), Dissertação de mestrado
- CANCELA D'ABREU, Alexandre *et al.* - **A Paisagem na revisão dos PDM. Orientações para a implementação da Convenção Europeia da Paisagem no âmbito municipal**. Lisboa: DGOTDU, 2011
- CANCELA D'ABREU, Alexandre; PINTO CORREIA, Teresa; OLIVEIRA, Rosário - **Contributos para a Identificação e Caracterização Das Unidades de Paisagem em Portugal Continental**, Coleção estudos, Lisboa: DGOTDU, 2004
- CAPEL, Horacio - **Filosofía y ciencia en la Geografía contemporánea: una introducción a la Geografía**. 1ª ed, Barcelona: Ediciones del Serbal, S.A., 2012. ISBN 978-84-7628-689-0.
- CARAMELO, Sérgio - Espaço e fronteira. Euro-cidadãos, mapas mentais e percepção simbólica da fronteira. Em **Espaço. Perspectivas multidisciplinares sobre a construção dos territórios**. Lisboa: Edições Sílabo, 2013. ISBN 978-972-618-706-6. p. 81–92.
- CARNEIRO, P. - **Avaliação económica da biomassa para a produção de energia**, Braga: Universidade do Minho, 2010, Dissertação de Mestrado
- CARVALHO, João Manuel - **Planeamento urbanístico e valor imobiliário: as parcerias público-privado--teorias, metodologia, potencial**. 1ª ed. Cascais: Principia, 2005. ISBN 978-972-8818-42-5.
- CARVALHO, Jorge - **Formas urbanas**. 1ª. ed. Coimbra: Minerva, 2003, ISBN 9789727980796
- CARVALHO, José Martins *et al.* - Portugal Country Update 2015. Em **Proceedings World Geothermal Congress 2015**. Melbourne. ISBN 978-1-877040-02-3
- CASPERSEN, Ole Hjorth; OLAFSSON, Anton Stahl - Recreational mapping and planning for enlargement of the green structure in greater Copenhagen. Special section on «Forest recreation and nature tourism». **Urban Forestry & Urban Greening**. ISSN 1618-8667. 9:2 (2010), 101–112. doi: 10.1016/j.ufug.2009.06.007.
- CASTANHEIRA, Luís; GOUVEIA, Joaquim Borges - **Energia, ambiente e desenvolvimento sustentável Inovação e governação nas autarquias**. Porto: SPI - Sociedade Portuguesa de Inovação, 2004. ISBN 972-8589-45-X.
- CAVACO, Cristina - **Broadacre City. Frank Lloyd Wright**, [Em linha], 1998. [Consult. 2 Maio 2014]. Disponível em: <http://home.fa.utl.pt/~ccavaco/T&P/BroadacreCity.pdf>
- CCDR ALENTEJO - **Programa Operacional Regional do Alentejo 2014-2020**. Évora: Ministro Adjunto e do Desenvolvimento Regional, 2014
- CHAANAOU, Meriem; VAUDREUIL, Sébastien; BOUNAHMIDI, Tijani - Benchmark of Concentrating Solar Power Plants: Historical, Current and Future Technical and Economic Development. **Procedia Computer Science**. ISSN 1877-0509. 83 (2016), 782–789. doi: 10.1016/j.procs.2016.04.167.
- CHADWICK, George F. - **Systems View of Planning**. 2ª ed. New York: Pergamon Press, 1978. ISBN 978-0-08-020626-4.
- CHEN, Xiaoguang; ÖNAL, Hayri - Renewable energy policies and competition for biomass: Implications for land use, food prices, and processing industry. **Energy Policy**. ISSN 0301-4215. 92, (2016), 270–278. doi: 10.1016/j.enpol.2016.02.022.
- CHIABRANDO, Roberto; FABRIZIO, Enrico; GARNERO, Gabriele - The territorial and landscape impacts of photovoltaic systems: Definition of impacts and assessment of the glare risk. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. ISSN 1364-0321. 13:9 (2009), 2441–2451. doi: 10.1016/j.rser.2009.06.008.
- CHRISTENSEN, Craig; HOROWITZ, Scott - Orienting the neighborhood: a subdivision energy analysis tool. In 2008 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, Pacific Grove: National renewable energy

laboratory, 2008

CHRISTIE, David; BRADLEY, Mark - Optimising land use for wind farms. **Energy for Sustainable Development**. ISSN 0973-0826. 16:4 (2012), 471–475. doi: 10.1016/j.esd.2012.07.005.

CIAM - **Carta de Atenas** [Em linha]. Atenas: Congresso internacional de arquitectura moderna, 1933 [Consult. 18 nov. 2014]. Disponível em WWW:<URL:ftp://95.97.255.182/Family/Lorena/Faculdade/6%20Per%C3%ADodo/Teoria%20do%20Urbanismo/CARTA%20DE%20ATENAS.doc>.

CLIFTON-BROWN, Jhon *et al.* - Performance of 15 Miscanthus Genotypes at Five Sites in Europe. **Agron.** 93 (2001), 1013–1019.

CML - Regulamento do Plano Director Municipal de Loures, 2015.

COLAK, Ilhami *et al.* - A survey on the contributions of power electronics to smart grid systems. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. ISSN 1364-0321. 47 (2015), 562–579. doi: 10.1016/j.rser.2015.03.031.

COLAK, Ilhami *et al.* - A survey on the contributions of power electronics to smart grid systems. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. ISSN 1364-0321. 47 (2015), 562–579. doi: 10.1016/j.rser.2015.03.031.

CORBETT, Judy; CORBETT, Michael - **Designing Sustainable Communities: Learning From Village Homes**. Washington, DC: Island Press, 2000. ISBN 978-1-55963-686-5.

COSMI, Carmelina *et al.* - A holistic approach to sustainable energy development at regional level: The RENERGY self-assessment methodology. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. ISSN 1364-0321. 49 (2015), 693–707. doi: 10.1016/j.rser.2015.04.094.

COSTA, António - Electricidade renovável - mitos e realidades, [Em linha], 2012. [Consult. 25 jun. 2016]. Disponível em WWW:<URL:http://www.publico.pt/opiniao/jornal/electricidade-renovavel--mitos-e-realidades-24015635>.

DAVEAU, Suzanne - **Portugal Geográfico**. 4ª ed. Lisboa: Edições João Sá da Costa, 2005

DAVIDOFF, Paul; REINER, Thomas A. - A Choice Theory of Planning. **Journal of the American Institute of Planners**. ISSN 0002-8991. 28:2 (1962), 103–115. doi: 10.1080/01944366208979427.

DAVOUDI, Simon; STRANGE, Ian - **Conceptions of Space and Place in Strategic Spatial Planning**. 1ª ed. London: Routledge, 2008. ISBN 978-1-134-08481-4.

Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios. **Diário da República n.º 67/2006**, Série I-A de 2006-04-04, Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações

DEMATTEIS, Giuseppe; LANZA, Carla - **Le città del mondo. Una geografia urbana**. Torino: UTET Università, 2011

DGAEP - **Glossário de termos estatísticos. Conceitos, definições e classificações em uso nas publicações do OBSEP**. Lisboa: Direção geral da administração e do emprego público, 2009

DGEG - Produção de Energia Eléctrica a Partir de Fontes Renováveis, Portugal. 2015.

DGEG - **Energia Eléctrica - Consumos por Concelho - Por Sector de Actividade** [Em linha], 2015. [Consult. 15 abr. 2015]. Disponível em WWW:<URL:http://www.dgeg.pt/>.

DGEG - Renováveis - Estatísticas Rápidas, 2016.

DGOTDU - **A ocupação dispersa no quadro dos PROT e dos PDM**. Lisboa: Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano, 2011

DGTERRITÓRIO - **Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental para 2007 - COS2007** [Em linha], 2007. [Consult. 24 dez. 2016]. Disponível em WWW:<URL:http://www.dgterritorio.pt/cartografia_e_geodesia/cartografia/cartografia_tematica/carta_de_ocupacao_do_solo_cos_/cos_2007/>.

DINCER, Ibrahim - Renewable energy and sustainable development: a crucial review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. ISSN 1364-0321. 4:2 (2000), 157–175.

DIRECÇÃO GERAL DO TERRITÓRIO - **CAOP 2014**, 2014.

DIRECÇÃO NACIONAL DAS FILEIRAS FLORESTAIS - Culturas Energéticas Florestais, 2010.

DÓCI, Gabriella; VASILEIADOU, Eleftheria; PETERSEN, Arthur C. - Exploring the transition potential of renewable energy communities. **Futures**. ISSN 0016-3287. 66 (2015), 85–95. doi: 10.1016/j.futures.2015.01.002.

DOMÍNGUEZ, Javier; AMADOR, Julio - Geographical information systems applied in the field of renewable energy sources. **Computers & Industrial Engineering**. ISSN 0360-8352. 52:3 (2007), 322–326. doi:

10.1016/j.cie.2006.12.008.

DREWITT, Allan L.; LANGSTON, Rowena H. W. - Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. **Annals of the New York Academy of Sciences**. ISSN 0077-8923. 1134 (2008), 233–266. doi: 10.1196/annals.1439.015.

DÜHR, Stefanie - **The Visual Language of Spatial Planning: Exploring Cartographic Representations for Spatial Planning in Europe**. New York: Routledge, 2006. ISBN 978-0-415-39582-3.

EARLE, Carville; MATHEWSON, Kent; KENZER, Martin S. - **Concepts in Human Geography**. Lanham, Md: Rowman & Littlefield Publishers, 1995. ISBN 978-0-8476-8104-4.

EDENHOFER, Ottmar *et al.* - **Renewable energy sources and climate change mitigation: special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. New York: Cambridge University Press, 2012

EDP DISTRIBUIÇÃO, CIBIO/UP - Guia de boas práticas para a integração paisagística de infra-estruturas eléctricas, 2009.

EGRÉ, Dominique; MILEWSKI, Joseph C. - The diversity of hydropower projects. Hydropower, Society, and the Environment in the 21st Century. **Energy Policy**. ISSN 0301-4215. 30:14 (2002), 1225–1230. doi: 10.1016/S0301-4215(02)00083-6.

EICKER, Ursula; KLEIN, Martin - Large-scale renewable energy integration within energy-efficient urban areas: results from three German case studies. **International Journal of Low-Carbon Technologies**. 2 (2012), 1–12. doi: 10.1093/ijlct/cts067.

ESTANQUEIRO, Ana - Aproveitamento do Potencial Eólico Sustentável em Portugal, 2006.

EUROPEAN COMMISSION - Europe 2020: A European Strategy for. Smart, Sustainable, and Inclusive Growth, 2010.

On the promotion of the use of energy from renewable sources. **Directive 2009/28/EC**, European Parliament and of the Council

EUROPEAN UNION - **Livro verde: para uma estratégia europeia de segurança do aprovisionamento energético**. Luxemburgo: EUR-OP, 2001. ISBN 92-894-0323-3.

EUROPEAN UNION - Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the Energy Performance of Buildings (EPBD)

EUROSTAT - **Degree of urbanisation classification - 2011 revision - Statistics Explained** [Em linha], 2014. [Consult. 14 set. 2015]. Disponível em http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Degree_of_urbanisation_classification_-_2011_revision>.

EUROSTAT - Share of electricity from renewable sources in gross electricity consumption, 2014.

EUROSTAT - Renewable energy statistics, 2015.

FALUDI, Andreas - **Planning theory**. 1ªed. Oxford: Pergamon Press, 1973. ISBN 978-0-08-017741-0.

FANG, X. *et al.* - Smart Grid #x2014; The New and Improved Power Grid: A Survey. **IEEE Communications Surveys Tutorials**. ISSN 1553-877X. 14:4 (2012), 944–980. doi: 10.1109/SURV.2011.101911.00087.

FEC - Kinsale 2021. An Energy Descent Action Plan, 2005.

FENTON, P. *et al.* - Sustainable Energy and Climate Strategies: lessons from planning processes in five municipalities. Special Volume: Support your future today! Turn environmental challenges into opportunities. **Journal of Cleaner Production**. ISSN 0959-6526. 98 (2015), 213–221. doi: 10.1016/j.jclepro.2014.08.001.

FERA, Giuseppe - **Urbanistica: teorie e storia**. Roma: Gangemi, 2002. ISBN 978-88-492-0238-0.

FERNANDES, António Teixeira - Espaço social e suas representações. Em **Actas VI Colóquio Ibérico de Geografia**. Porto: Publicações da Universidade do Porto, 1992

FERRÃO, João, Relações entre mundo rural e mundo urbano. **SOCIOLOGIA, PROBLEMAS E PRÁTICAS**. 33 (2000), 45–54.

FERRÃO, João *et al.* - **Regiões funcionais, relações urbano-rurais e política de coesão pós-2013**. Lisboa: POAT / FEDER / ICS, 2012

FERRÃO, João Manuel Machado. - **O ordenamento do território como política pública**. 2ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2011. ISBN 978-972-31-1415-7.

FERRÃO, João; VALA, Francisco - Delimitação das Aglomerações Metropolitanas de Lisboa e Porto com base no Critério de Continuidade de Espaço Construído. **Revista de Estudos Regionais - Região de Lisboa e Vale do Tejo**. (2001) 7–35.

- FERREIRA, Miguel; MARQUES, Isabel Paula; MALICO, Isabel - Biogas in Portugal: Status and public policies in a European context. **Energy Policy**. ISSN 0301-4215. 43 (2012), 267–274. doi: 10.1016/j.enpol.2012.01.003.
- FIDÉLIS, Teresa - **Planeamento territorial e ambiente: o caso da envolvente à Ria de Aveiro**. Cascais: Principia, 2001. ISBN 978-972-8500-58-0.
- FIELD, C.; CAMPBELL, J.; LOBELL, D. - Biomass energy: the scale of the potential resource. **Trends in Ecology & Evolution**. ISSN 01695347. 23:2 (2008), 65–72. doi: 10.1016/j.tree.2007.12.001.
- FIRESTONE, Jeremy; BATES, Alison; KNAPP, Lauren A. - See me, Feel me, Touch me, Heal me: Wind turbines, culture, landscapes, and sound impressions. **Land Use Policy**. ISSN 0264-8377. 46 (2015), 241–249. doi: 10.1016/j.landusepol.2015.02.015.
- FIRMINO, Ana - Cultura tradicional e meio rural. **Revista da FCSH**. (1989), 99–119.
- FIRMINO, Ana - Agriculture and landscape in Portugal. **Landscape and Urban Planning**. ISSN 0169-2046. 46:1–3 (1999), 83–91. doi: 10.1016/S0169-2046(99)00049-3.
- FIRMINO, Ana - A casa ecológica: inovação e desenvolvimento sustentável. **Revista Geolnova DGPR/UNL**. 10 (2004), 101–113.
- FIRMINO, Ana - Dialética entre o Homem e o Ambiente na obra de Alexander Humboldt. Em **Garcia de Orta e Alexandre Von Humboldt. Investigações e Diálogo entre Culturas**. Lisboa: Universidade Católica Editora, (2008), 61–67.
- FIRMINO, Ana; POGGI, Francesca - **Loures: smart answers for a smiling future**. Lisboa: FCSH/UNL, 2015
- FISHMAN, Robert - **L'utopie urbaine au XXe siècle: Ebenezer Howard, Frank Lloyd Wright, Le Corbusier**, Architecture + Recherches. Bruxelles: Pierre Mardaga, 1979. ISBN 2-87009-111-7.
- FLORIDES, Georgios; KALOGIROU, Soteris - Ground heat exchangers - A review of systems, models and applications. **Renewable Energy**. ISSN 0960-1481. 32:15 (2007), 2461–2478. doi: 10.1016/j.renene.2006.12.014.
- FLYNN, B. R.; ENERGY, P. - Key smart grid applications. **Protection and Control Journal**. 8 (2009), 29–34.
- FOSSO, Eli Janette - **Industristeder arbeidstilbud og generasjoners forhold til utdanning, arbeid og sted: eksempelet Årdal**. Bergen: Publisert, 1997
- FRIEDMANN, John - Notes on Societal Action. **Journal of The American Planning Association**. ISSN 0002-8991. 35:5 (1969), 311–318. doi: 10.1080/01944366908977241.
- FRIEDMANN, John - **Planning in the Public Domain: From Knowledge to Action**. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1987. ISBN 978-0-691-02268-0.
- FRIEDMANN, John - Toward a Non-Euclidian Mode of Planning. **Journal of the American Planning Association**. ISSN 0194-4363. 59:4 (1993), 482–485. doi: 10.1080/01944369308975902.
- FRIEDMANN, John - **Insurgencies: Essays in Planning Theory**. 1 ed. New York: Routledge, 2011. ISBN 978-0-415-78152-7.
- FROLOVA, Marina; PRADOS, María-José; NADAÏ, Alain - **Renewable Energies and European Landscapes: Lessons from Southern European Cases**. 1ª ed. Berlim: Springer, 2015. ISBN 978-94-017-9842-6.
- GADSDEN, Stuart *et al.* - Predicting the urban solar fraction: a methodology for energy advisers and planners based on GIS. Special issue on urban research. **Energy and Buildings**. ISSN 0378-7788. 35:1 (2003), 37–48. doi: 10.1016/S0378-7788(02)00078-6.
- GARCÍA-ÁLVAREZ, María Teresa; MORENO, Blanca; SOARES, Isabel - Analyzing the sustainable energy development in the EU-15 by an aggregated synthetic index. **Ecological Indicators**. ISSN 1470-160X. 60 (2016), 996–1007. doi: 10.1016/j.ecolind.2015.07.006.
- GEDDES, Patrick - **Cities in evolution: an introduction to the town planning movement and to the study of civics**. 1ªed. London: WILLIAMS & NORGATE, 1915
- GELLINGS, Clark W. - **Efficient Use and Conservation of Energy**. Oxford: EOLSS Publications, 2009. ISBN 978-1-905839-32-2.
- GEOTPU & FUNDEC - Plano Director de Ordenamento Territorial na Região Administrativa Especial de Oé Cusse Ambeno, 2016.
- GIL, Isabel Capelo; CARNEIRO, Roberto - **Modernidade e cruzamento de saberes: figuras da modernidade**. Lisboa: Universidade Católica Editora, 2006. ISBN 978-972-54-0145-3.
- GILG, Andrew W. - **An Introduction to Rural Geography**. London: Edward Arnold, 1985. ISBN 978-0-7131-

6430-5.

GOMES, Carla Amado - O Regime Jurídico da Produção de Electricidade a partir de Fontes de Energia Renováveis: Aspectos Gerais. **Temas de Direito da Energia - Cadernos «O Direito»**. 3 (2008), 63.

GOMES, Paulo Cesar Da Costa - **Geografia e modernidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. ISBN 978-85-286-0546-4.

GOODALL, Brian - **The Penguin Dictionary of Human Geography**, Harmondsworth, Middlesex: Penguin Books, 1987. ISBN 978-0-14-051095-9.

GOTTMANN, Jean - **Megalopolis: the urbanized northeastern seaboard of the United States**. New York: Twentieth Century Fund, 1961

GOVERNA, Francesca; MEMOLI, Maurizio - **Geografie dell'urbano: spazi, politiche, pratiche della città**. Roma: Carocci, 2011. ISBN 978-88-430-5598-2.

GRAY, Jeremy - **Ideas of Space: Euclidean, Non-Euclidean, and Relativistic**. 2ª ed. Oxford: Oxford University Press, 1989. ISBN 978-0-19-853935-3.

GREGO, Maria; GABRIEL, Maria - GUIA ORIENTADOR. Revisão do PDM, 2016.

HAAS, Guido; WETTERICH, Frank; KÖPKE, Ulrich - Comparing intensive, extensified and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment. **Agriculture, Ecosystems & Environment**. ISSN 0167-8809. 83:1 (2001), 43–53. doi: 10.1016/S0167-8809(00)00160-2.

HABERMAS, Juergen - **Communication and the Evolution of Society**. 1ª ed. Boston: Beacon Press, 1979. ISBN 978-0-8070-1513-1.

HAGGETT, Peter - **Locational analysis in human geography**. 1º ed. London: Arnold, 1965. ISBN 0-7131-5179-X.

HÄHNLEIN, Stefanie *et al.* - Sustainability and policy for the thermal use of shallow geothermal energy. **Energy Policy**. ISSN 0301-4215. 59 (2013), 914–925. doi: 10.1016/j.enpol.2013.04.040.

HALL, Peter - **Urban and Regional Planning**. 4ª ed. London; New York: Routledge, 1992. ISBN 978-0-415-56654-4.

HARD, Gerhard - **Die Geographie: eine wissenschaftstheoretische Einführung**. Berlin; New York: De Gruyter, 1973. ISBN 978-3-11-004402-7.

HAUGHTON, Graham *et al.* - **The New Spatial Planning: Territorial Management with Soft Spaces and Fuzzy Boundaries**. London; New York: Routledge, 2009. ISBN 978-0-415-48336-0.

HAWKEN, Paul - **Sustainable Revolution: Permaculture in Ecovillages, Urban Farms, and Communities Worldwide**. Berkeley: North Atlantic Books, 2014

HEIDE, Dominik *et al.* - Seasonal optimal mix of wind and solar power in a future, highly renewable Europe. **Renewable Energy**. ISSN 0960-1481. 35:11 (2010), 2483–2489. doi: 10.1016/j.renene.2010.03.012.

HOLMGREN, David - **Permaculture: Principles and Pathways beyond Sustainability**. 1ª ed. Hepburn, Victoria: Holmgren Design Services, 2002. ISBN 978-0-646-41844-5.

HOLT-JENSEN, Arild - **Geography: History and Concepts**. 4ª ed. Thousand Oaks: SAGE Publications Ltd, 2009. ISBN 978-1-4129-4650-6.

HOOGWIJK, Monique - **On the global and regional potential of renewable energy sources**. Utrecht: Universiteit Utrecht, Faculteit Scheikunde, 2004

HOPKINS, Rob - **The Transition Handbook: From Oil Dependency to Local Resilience**. 1º ed. Cambridge: Green Books, 2008. ISBN 1-900322-18-8.

HOWARD, David C. *et al.* - The impact of sustainable energy production on land use in Britain through to 2050. *Land Use Futures*. **Land Use Policy**. ISSN 0264-8377. 26, Supplement 1 (2009), S284–S292. doi: 10.1016/j.landusepol.2009.09.017.

HOWARD, Ebenezer - **Garden Cities of Tomorrow**. 1ª ed. London: Swan Sonnenschein & Company, Limited, 1902

ICNF - **5.º Inventário Florestal Nacional**. Lisboa: Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, 2010
IEA - **Energy Technology Perspectives 2008 - Scenarios and Strategies to 2050** [Em linha]. IEA, 2008 [Consult. 01 jun. 2014]. Disponível em <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2008/etp2008.pdf>. ISBN 978-92-64-04142-4.

IEA - **Cities, Towns and Renewable Energy - Yes In My Front Yard** [Em linha]. IEA, 2009, [Consult. 30 jan. 2017]. Disponível em <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/cities-towns-and-renewable-energy>

renewable-energy-yes-in-my-front-yard.html>. ISBN 978-92-64-07687-7.

IET JRC EUROPEAN COMMISSION - **Photovoltaic Solar Electricity Potential in European Countries in terms of global irradiation [kWh/m²/year] and solar electricity [kWh/kWp]**. [Em linha], 2012. [Consult. 30 set. 2016]. Disponível em

WWW:<URL:http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmeps/eu_cmsaf_opt/PVGIS_EU_201204_publication.png>.

INAG - **Plano de ordenamento da albufeira do Divor - Síntese dos estudos de base** [Em linha]. Lisboa: Instituto da Água, 2004 [Consult. 24 mai. 2015]. Disponível em WWW:<URL:http://www.apambiente.pt/_zdata/ordenamento/poa/divor/ecaracterizacao-sintese.pdf>.

INDOVINA, Francesco - **La città diffusa**. Venezia: Daest, 1990

INE - **Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico**. Lisboa: INE & DGEG, 2011

INE - **Estatísticas territoriais** [Em linha], 2015. [Consult. 13 abr. 2015]. Disponível em WWW:<URL:http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_unid_territorial&menuBOUI=13707095&contexto=ut&selTab=tab3>.

INETI - Atlas do Potencial Eólico de Portugal Continental. 2015.

INSAAR - **ETAR/FS** [Em linha], 2015. [Consult. 25 mai. 2015]. Disponível em http://insaar.apambiente.pt/index.php?id=30>.

INSTITUTO DE METEOROLOGIA - Ficha climatológica, 2001.

INSTITUTO GEOLÓGICO E MINEIRO - **Recursos Geotérmicos em Portugal Continental: Baixa Entalpia** [Em linha]. LNEG, 1998 [Consult. 17 abr. 2015]. Disponível em http://www.Ineg.pt/CienciaParaTodos/edicoes_online/diversos/rec_geotermicos>.

KARIMI, M. *et al.* - Photovoltaic penetration issues and impacts in distribution network – A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. ISSN 1364-0321. 53 (2016), 594–605. doi: 10.1016/j.rser.2015.08.042.

KENIS, Anneleen; MATHIJIS, Erik - (De)politicising the local: The case of the Transition Towns movement in Flanders (Belgium). **Journal of Rural Studies**. ISSN 0743-0167. 34 (2014), 172–183. doi: 10.1016/j.jrurstud.2014.01.013.

KHAN, Jibran; ARSALAN, Mudassar H. - Solar power technologies for sustainable electricity generation – A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. ISSN 1364-0321. 55 (2016), 414–425. doi: 10.1016/j.rser.2015.10.135.

KITCHIN, Robert - Positivist geographies and spatial science. Em **Approaches to Human Geography**. London: S. Aitken, & G Valentine, 2006, 20–29.

KOSTEVŠEK, Anja *et al.* - Municipal energy policy constitution and integration process to establish sustainable energy systems – a case of the Slovenian municipality. **Journal of Cleaner Production**. ISSN 0959-6526. 120 (2016), 31–42. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.01.046.

KRAATZ, Simone - Energy intensity in livestock operations – Modeling of dairy farming systems in Germany. **Agricultural Systems**. ISSN 0308-521X. 110 (2012), 90–106. doi: 10.1016/j.agsy.2012.03.007.

KURAVI, Sarada *et al.* - Thermal energy storage technologies and systems for concentrating solar power plants. **Progress in Energy and Combustion Science**. ISSN 0360-1285. 39:4 (2013), 285–319. doi: 10.1016/j.pecs.2013.02.001.

LABOULAIS-LESAGE, Isabelle - Les méthodes de la géographie physique selon Nicolas Desmarest. 3. **Travaux du comité français d'histoire de la géologie**. 16:5 (2002), 79–94.

LACASSAGNE, Sylvie; SCHILKEN, Peter - **Les outils de planification énergétique territoriale. Bonnes pratiques de villes européennes**. Energie-Cités: ADEME, 2003

LAMAS, José M. Ressano Garcia - **Morfologia urbana e desenho da cidade**. 3ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000. ISBN 978-972-31-0903-0.

LASSEY, William R. - **Planning in Rural Environments**. United States of America: McGraw-Hill, 1977

LAUGHLIN, Robert - **Powering the Future: How We Will (eventually) Solve the Energy Crisis and Fuel the Civilization of Tomorrow**. 1º ed. New York: Basic, 2012. ISBN 978-972-9413-85-8.

LEE, Randy *et al.* - Virtual Hydropower Prospecting: A Foundation for Water Energy Resource Planning and Development. **Journal of Map & Geography Libraries**. ISSN 1542-0353. 4:2 (2008), 336–347. doi: 10.1080/15420350802142678.

- LEFEBVRE, Henri - **Le droit à la ville**, Collection Société et Urbanisme. Paris: Éditions Anthropos, 1968
- Lei de bases gerais da política pública de solos, de ordenamento do território e de urbanismo. **Diário da República n.º 104/2014**, Série I de 2014-05-30, Assembleia da República
- LEIN, James K. - **Integrated environmental planning**. Oxford; Malden, MA : Blackwell Science, 2003. ISBN 978-0-632-04346-0.
- LEMA, Paula - Geografia e globalização: as relações com as ciências naturais e as ciências sociais. Em **III Congresso de Geografia Portuguesa**. Lisboa: Colibri e Associação Portuguesa de Geógrafos, 1999
- LEMA, Paula Bordalo - Espaço, fronteiras e transições. O acervo da geografia e a questão actual do projecto de regionalização. *Revista da FCSH*. ISSN 0871-2778. (1998), 355–3986.
- LLORENTE GARCÍA, Isabel; ÁLVAREZ, José Luis; BLANCO, Daniel - Performance model for parabolic trough solar thermal power plants with thermal storage: Comparison to operating plant data. **Solar Energy**. ISSN 0038-092X. 85:10 (2011), 2443–2460. doi: 10.1016/j.solener.2011.07.002.
- LOPES, António - **Desenvolvimento Regional, Problemática, Teoria, Modelos**. 4ª edição ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1995
- LÓPEZ-BELLIDO, Luis; WERY, Jacques; LÓPEZ-BELLIDO, Rafael J. - Energy crops: Prospects in the context of sustainable agriculture. **European Journal of Agronomy**. ISSN 1161-0301. 60 (2014), 1–12. doi: 10.1016/j.eja.2014.07.001.
- LOURENÇO, Carla; CRUZ, José - Aproveitamentos geotérmicos em Portugal Continental. Em **Atas do XV Encontro Nacional do Colégio de Engenharia Geológica e de Minas da Ordem dos Engenheiros**, [Em linha]. Ponta Delgada: Colégio de Engenharia Geológica e de Minas, 2005 [Consult. 10 set. 2016]. Disponível em <http://www.lneg.pt/download/3833/24.pdf>
- LOURINHO, Gonçalo; BRITO, Paulo - Assessment of biomass energy potential in a region of Portugal (Alto Alentejo). **Energy**. ISSN 0360-5442. 81 (2015), 189–201. doi: 10.1016/j.energy.2014.12.021.
- MACHADO, Vilma De Fátima - **A Produção do Discurso do Desenvolvimento Sustentável: de Estocolmo à Rio-92**. Brasília: ANPPAS, 2006
- MADUEIRA, Helena - Infra-estrutura verde na paisagem urbana contemporânea: o desafio da conectividade e a oportunidade da multifuncionalidade. **Geografia: Revista da Faculdade de Letras**. 1:3 (2012), 33-43.
- MAFRA, Francisco; SILVA, J. Amado - **Planeamento e gestão do território**. Porto: SPI-Sociedade Portuguesa de Inovação, 2004. ISBN 972-8589-46-8
- MAGALHÃES, Manuela Raposo - **A arquitectura paisagista: morfologia e complexidade**. Lisboa: Editorial Estampa, 2001. ISBN 978-972-33-1686-5.
- MAGNAGHI, Alberto - **Il progetto locale. Verso la coscienza di luogo**. Torino: Bollati Boringhieri, 2010. ISBN 978-88-339-2150-1.
- MAH, Daphne - **Smart Grid Applications and Developments**. Berlim: Springer, 2014. ISBN 978-1-4471-6281-0.
- Lei orgânica das comissões de coordenação e desenvolvimento regional. **Diário da República n.º 207/2012**, Série I de 2012-10-25, Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território
- MARCELLONI, Maurizio - **Questioni della città contemporanea**. Milano: FrancoAngeli, 2005
- MARTINOTTI, Guido - **Metropoli: la nuova morfologia sociale della città**. Bologna: Il Mulino, 1993. ISBN 978-88-15-03697-1.
- MARTINS, Ana Cravinho; MARQUES, Rui Cunha; CRUZ, Carlos Oliveira - Public–private partnerships for wind power generation: The Portuguese case. **Energy Policy**. ISSN 0301-4215. 39:1 (2011), 94–104. doi: 10.1016/j.enpol.2010.09.017.
- MCGOWAN, Jon; CONNORS, Stephen - WINDPOWER: A Turn of the Century Review. **Annual Review of Energy and the Environment**. 25 (2000), 147–97.
- MCHARG, Ian - **Design with nature**. 1ª ed. New York: American Museum of Natural History, 1969
- MCLOUGHLIN, J. Brian - **Urban and Regional Planning: A Systems Approach**. 1ªed. London: Faber & Faber, 1969. ISBN 978-0-571-09005-1.
- MEADOWS, Donella; MEADOWS, Dennis; RANDERS, Jorgen; BEHERENS, William - **The Limits to growth; a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind**. CLUB OF ROME (EDS.), New York:

Universe Books, 1972. ISBN 978-0-87663-165-2.

MEDEIROS, Carlos Alberto - **Geografia de Portugal. Ambiente natural e ocupação humana, uma introdução**. 5ª ed. Lisboa: Editorial Estampa, 2000

MEDEIROS, Eduardo - Euro--Meso--Macro: The New Regions in Iberian and European Space. **Regional Studies**. 47:8 (2013), 1249–1266.

MENDES, Anabela; FRAGOSO, Gabriela - **Garcia de Orta e Alexandre Von Humboldt. Investigações e Diálogo entre Culturas**. Lisboa: Universidade Católica Editora, 2008

MERROUNI, A. Alami; MEZRHAB, Ab.; MEZRHAB, A. - CSP Sites Suitability Analysis in the Eastern Region of Morocco. Em Proceedings of the Solar PACES 2013 International Conference. **Energy Procedia**. ISSN 1876-6102. 49 (2014), 2270–2279. doi: 10.1016/j.egypro.2014.03.240.

MILLER, Michael K.; LULOFF, Albert E. - Who Is Rural? A Typological Approach to the Examination of Rurality. **Rural Sociology**. 46 (1980), 608–625.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO MAR - **Programa de Desenvolvimento Rural do Continente para 2014-2020** [Em linha]. Lisboa: Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral, 2014 [Consult. 5 jun. 2016]. Disponível em <http://www.pdr-2020.pt/site/content/download/548/4094/version/3/file/PDR+2020.pdf>.

Programa E4. Eficiência Energética e Energias Endógenas. **Diário da República n.º 150/2007**, Série I de 2007-08-06, Presidência do Conselho de Ministros

MINSHULL, Roger M. - **The Changing Nature of Geography**. London: Hutchinson, 1970. ISBN 978-0-09-102711-7.

MONTEIRO, José Luís - Caracterização dos Espaços Urbanos na RLVT: o contributo da análise discriminante. Revista de Estudos Regionais - Região de Lisboa e Vale do Tejo. **Revista de Estudos Regionais**. 2º Semestre (2000), 21–46.

MORAN, Francis; NATARAJAN, Sukumar - PV in historic dwellings: The potential to reduce domestic CO2 emissions. **Journal of Building Engineering**. ISSN 2352-7102. 3 (2015), 70–78. doi: 10.1016/j.job.2015.06.004.

MOREIRA, Luís Miguel - Da descrição à imagem: Portugal visto pelo Géografo Thomas Jefferys em 1762. Em **Actas do XII Colóquio Ibérico de Geografia**. Porto: Universidade do Porto, 2010. ISBN 978-972-99436-5-2

MOURMOURIS, J. C.; POTOLIAS, C. - A multi-criteria methodology for energy planning and developing renewable energy sources at a regional level: A case study Thassos, Greece. Special Section: Transition Pathways to a Low Carbon Economy. **Energy Policy**. ISSN 0301-4215. 52 (2013), 522–530. doi: 10.1016/j.enpol.2012.09.074.

Delimitação geográfica da Nomenclatura de Unidades Territoriais para Fins Estatísticos (NUTS), **Diário da República n.º 38/1989**, Série I de 1989-02-15, Ministério do Planeamento e da Administração do Território
MUILU, Toivo; RUSANEN, Jarmo - Rural definitions and short-term dynamics in rural areas of Finland in 1989 - 97. **Environment and Planning A**. 36:8 (2004), 1499 – 1516. doi: 10.1068/a36169.

MUMFORD, Lewis - What is a city. **Architectural record**. 82:5 (1937) 59–62.

MUMFORD, Lewis - **The City in History: Its Origins, Its Transformations, and Its Prospects**. New York: Mariner Books, 1968. ISBN 978-0-15-618035-1.

NADAÏ, Alain; VAN DER HORST, Dan - Introduction: Landscapes of Energies. **Landscape Research**. ISSN 0142-6397, 1469-9710. 35:2 (2010), 143–155. doi: 10.1080/01426390903557543.

NEPTIS FOUNDATION - Neptis commentary on the draft Greenbelt Plan. **Neptis Papers on Growth in the Toronto Metropolitan Region**. [Em linha], 2005, [Consult. 10 jun. 2015]. Disponível em <http://www.neptis.org/sites/default/files/greenbelt/neptisgreenbeltresponse.pdf>

NEVES, Ana Rita; LEAL, Vítor - Energy sustainability indicators for local energy planning: Review of current practices and derivation of a new framework. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. ISSN 1364-0321. 14:9 (2010), 2723–2735. doi: 10.1016/j.rser.2010.07.067.

NICOLOSI, Emily; FEOLA, Giuseppe - Transition in place: Dynamics, possibilities, and constraints. **Geoforum**. ISSN 0016-7185. 76 (2016), 153–163. doi: 10.1016/j.geoforum.2016.09.017.

NIGIM, K.; MUNIER, N.; GREEN, J. - Pre-feasibility MCDM tools to aid communities in prioritizing local viable renewable energy sources. **Renewable Energy**. ISSN 0960-1481. 29:11 (2004), 1775–1791. doi: 10.1016/j.renene.2004.02.012.

- NILSSON, J. Stenlund; MÅRTENSSON, A. - Municipal energy-planning and development of local energy-systems. *Energex 2002 - Energy Policies and Economics and Rational Use of Energy of Energy Topics VI and VII. Applied Energy*. ISSN 0306-2619. 76:1-3 (2003), 179-187. doi: 10.1016/S0306-2619(03)00062-X.
- NUNES, Leonel Jorge Ribeiro - **A Utilização de Biomassa como Alternativa Energética para a Sustentabilidade e Competitividade da Indústria Portuguesa**. Covilhã: Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2015 Tese de doutoramento.
- OCDE/IEA - **Energy Climate and Change** [Em linha]. Paris: International Energy Agency, 2015 [Consult. 24 jun. 2016]. Disponível em <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2015SpecialReportonEnergyandClimateChange.pdf>.
- OECD - **Redefining territories: The Functional Regions**. Paris: OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development, 2002
- OECD - **OECD Regional Typology**. [Em linha]. Paris: OECD Publishing, 2011 [Consult. 01 mai. 2015]. Disponível em https://www.oecd.org/cfe/regional-policy/OECD_regional_typology_Nov2012.pdf
- OECD - **Linking Renewable Energy to Rural Development** OECD Green growth studies. Paris: OECD Publishing, 2012. ISBN 978-92-64-180444-4.
- OECD - **OECD Regional Outlook 2014**. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 2014. ISBN 978-92-64-20140-8.
- OLIVEIRA, Ernesto Veiga De; GALHANO, Fernando - **Arquitectura tradicional portuguesa**. Lisboa: Publicações Dom Quixotte, 2003. ISBN 978-972-20-2397-9.
- ORISHIMO, Isao - An Approach to Urban Dynamics. *Geographical Analysis*. 19:3 (1987), 200-210.
- OZGENER, Leyla - A review on the experimental and analytical analysis of earth to air heat exchanger (EAHE) systems in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. ISSN 1364-0321. 15:9 (2011), 4483-4490. doi: 10.1016/j.rser.2011.07.103.
- PACIONE, M. - **Rural Geography** [Em linha]. London: Harper and Row, 1989 [Consult. 30 jan. 2014] Disponível em <https://books.google.pt/books?id=RPRAPgAACAAJ>. ISBN 978-1-85396-097-0.
- PACIONE, Michael - **Urban Geography: A Global Perspective**. 3ª ed. New York: Routledge, 2009. ISBN 978-0-415-46202-0.
- PAISH, Oliver - Small hydro power: technology and current status. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. ISSN 1364-0321. 6:6 (2002), 537-556. doi: 10.1016/S1364-0321(02)00006-0.
- PALMAS, Claudia; SIEWERT, Almut; VON HAAREN, Christina - Exploring the decision-space for renewable energy generation to enhance spatial efficiency. Information technology and renewable energy — Modelling, simulation, decision support and environmental assessment. *Environmental Impact Assessment Review*. 52 (2015), 9-17. doi: 10.1016/j.eiar.2014.06.005.
- PARDAL, Luís; SOARES, Eugénia - **Métodos e Técnicas de Investigação Social**. 2ª ed. Porto: AREAL Editores, 2011
- PARDAL, Sidónio; COSTA LOBO, Manuel - **Planeamento Integrado do Território - Elementos de Teoria Crítica** Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2000
- Promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis, **Directiva 2009/28/CE**. Parlamento Europeu e do Conselho
- PEÇAS LOPES, João; MESSIAS, António; GONÇALVES, Rui - Redes de energia inteligentes como contributo da engenharia portuguesa para o desenvolvimento sustentável. *Ingenium - A engenharia portuguesa em revista*. 112 (2009), 1-4.
- PEETERS, A.; ETZION, Y. - Automated recognition of urban objects for morphological urban analysis. Special Issue: Advances in Geocomputation. *Computers, Environment and Urban Systems*. ISSN 0198-9715. 36:6 (2012), 573-582. doi: 10.1016/j.compenvurbsys.2012.05.002.
- PELLETIER, N.; ARSENAULT, N.; TYEDMERS, P. - Scenario modeling potential eco-efficiency gains from a transition to organic agriculture: life cycle perspectives on Canadian canola, corn, soy, and wheat production. *Environmental Management*. ISSN 0364-152X. 42:6 (2008), 989-1001. doi: 10.1007/s00267-008-9155-x.
- PHELPS, Nicholas A.; TEWDWR-JONES, Mark - If geography is anything, maybe it's planning's alter ego? Reflections on policy relevance in two disciplines concerned with place and space. *Transactions of the Institute of British Geographers*. ISSN 1475-5661. 33:4 (2008), 566-584. doi: 10.1111/j.1475-

5661.2008.00315.x.

PIMENTEL, David *et al.* - Renewable Energy: Current and Potential Issues Renewable energy technologies could, if developed and implemented, provide nearly 50% of US energy needs; this would require about 17% of US land resources. **BioScience**. ISSN 0006-3568, 1525-3244. 52:12 (2002), 1111–1120. doi: 10.1641/0006-3568(2002)052[1111:RECAPI]2.0.CO;2.

PIMENTEL, David *et al.* - Environmental, Energetic, and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems. **BioScience**. ISSN 0006-3568. 55:7 (2005), 573–582. doi: 10.1641/0006-3568(2005)055[0573:EEAECO]2.0.CO;2.

PINHO, Paulo - **O Planeamento Territorial como Instrumento de Controlo da Qualidade do Ambiente**. Aveiro: Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, 1988

PINTO CORREIA, Teresa; ABREU, António Cancela; OLIVEIRA, Rosário - Identificação de Unidades de Paisagem: metodologia aplicada a Portugal Continental. **Finisterra**. ISSN 0430-5027. 36:72 (2001), 195–206.

POGGI, Francesca FIRMINO, Ana; AMADO, Miguel; PINHO, Fernando - Natural stone walls in vernacular architecture: what contribution towards Rural nZEB concept? **Bulletin de la Société Géographique de Liège**. ISSN 0770-7576. 65:2 (2015), 51–66.

POGGI, Francesca; AMADO, Miguel - O conceito de região funcional no contexto energético do Território. Espaço de cooperação entre o rural e o urbano. Em **6º Congresso Luso-Brasileiro para Planeamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2014. ISBN 978-989-99150-1-5

POGGI, Francesca; FIRMINO, Ana; AMADO, Miguel - Energy supply-storage models for Rural Net-Zero Communities – An integrated approach. Em **Materials and Technologies for Energy Efficiency**. Boca Raton: BrownWalker Press, 2015. ISBN 978-1-62734-559-0. 162–167.

POGGI, Francesca; FIRMINO, Ana; AMADO, Miguel - Assessing energy performances: A step toward energy efficiency at the municipal level. **Sustainable Cities and Society**. ISSN 2210-6707. 33 (2017), 57–69. doi: 10.1016/j.scs.2017.05.014.

POHEKAR, S. D.; RAMACHANDRAN, M. - Application of multi-criteria decision making to sustainable energy planning—A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. ISSN 1364-0321. 8:4 (2004), 365–381. doi: 10.1016/j.rser.2003.12.007.

POLATIDIS, Heracles *et al.* - Selecting an Appropriate Multi-Criteria Decision Analysis Technique for Renewable Energy Planning. **Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy**. ISSN 1556-7249, 1556-7257. 1:2 (2006), 181–193. doi: 10.1080/009083190881607.

PORTER, Michael E. - Location, competition, and economic development: Local clusters in a global economy. **Economic development quarterly**. 14:1 (2000), 15–34.

PNAC 2006 - Programa Nacional para as Alterações Climáticas. **Resolução do Conselho de Ministros n.º104/2006**

ENE 2020 - Estratégia Nacional para a Energia 2020. **Diário da República n.º 73/2010**, Série I de 2010-04-15, Presidência do Conselho de Ministros

Plano Regional de Ordenamento do Território do Alentejo. **Diário da República n.º 148/2010**, Série I de 2010-08-02, Presidência do Conselho de Ministros

PNAER 2020 - Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis. **Diário da República n.º 70/2013**, Série I de 2013-04-10, Presidência do Conselho de Ministros

PNAEE 2016 - Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética. **Diário da República n.º 70/2013**, Série I de 2013-04-10, Presidência do Conselho de Ministros

QUEIRÓS, Margarida; VALE, Mario - Espaço e lugar no planeamento territorial. Um reflexo do debate teórico em geografia. Em **Espaço. Perspetivas Multidisciplinares sobre a Construção dos Territórios**. Lisboa: Edições Sílabo, 2013. ISBN 978-972-618-706-6. 41–53.

RATTI, Carlo; BAKER, Nick; STEEMERS, Koen - Energy consumption and urban texture. **Energy and Buildings**. 37:7 (2005), 762–776.

REDDY, Amulya KN *et al.* - Energy and social issues. In **World Energy Assessment: Energy and the Challenge of Sustainability**. New York: United Nations, 2000, ISBN: 92-1-126126-0. p. 39–60.

REDWEIK, P.; CATITA, C.; BRITO, M. - Solar energy potential on roofs and facades in an urban landscape. **Solar Energy**. ISSN 0038-092X. 97 (2013), 332–341. doi: 10.1016/j.solener.2013.08.036.

- REIS, José - O regresso ao princípio do mundo. Uma visão territorialista de denuncia e contraposição. Em **Espaço. Perspetivas Multidisciplinares sobre a Construção dos Territórios**. Lisboa: Edições Sílabo, 2013. ISBN 978-972-618-706-6. p. 30-39.
- REZESSY, Silvia *et al.* - Municipalities and energy efficiency in countries in transition: Review of factors that determine municipal involvement in the markets for energy services and energy efficient equipment, or how to augment the role of municipalities as market players. Reshaping Markets for the Benefit of Energy Saving. **Energy Policy**. ISSN 0301-4215. 34:2 (2006), 223–237. doi: 10.1016/j.enpol.2004.08.030.
- RHODES, Christopher J. - The 2015 Paris Climate Change Conference: COP21. **Science Progress**. 99:1 (2016), 97–104. doi: 10.3184/003685016X14528569315192.
- RIBEIRO, Orlando - **Introdução ao Estudo da Geografia Regional**. 2ª ed. Lisboa: Edições João Sá da Costa, 1995
- RIBEIRO, Orlando - Paisagens, regiões e organização do espaço. **Finisterra**. XXXVI:72 (2001), 27–35.
- RIBEIRO, Orlando - **Geografia e civilização** Temas portugueses. 4ª ed. Lisboa: Livraria Letra Livre, 2013. ISBN 978 989 8268 16 7.
- RICHARDSON, Harry Ward - **Elementos de economia regional**. Rio de Janeiro: Zahar, 1973
- ROBERTS, Margaret - **An introduction to town planning techniques**. London: Hutchinson Educational, 1974. ISBN 978-0-09-116890-2.
- ROCHA, Jorge *et al.* - Caracterização da franja urbana-rural através de gradientes: análise por continuum versus contraste. Em **Actas do X Colóquio Ibérico de Geografia**. Évora: Associação Portuguesa de Geógrafos, 2005
- RODE, Philipp *et al.* - Cities and energy: urban morphology and residential heat-energy demand. **Environment and Planning B: Planning and Design**. 41:1 (2014), 138 – 162. doi: 10.1068/b39065.
- ROLO, Joaquim Cabral; CORDOVIL, Francisco - **Rural, Agriculturas e Políticas**. Lisboa: Animar - Associação Portuguesa para o Desenvolvimento Local, 2014
- RONCUZZI - Coclee idrodinamiche, [Em linha] Ravenna: Roncuzzi, 2014 [Consult. 08 mai. 2016]. Disponível em http://www.roncuzzi.com/pae/prod_overview_it.asp.
- ROSA, Fernando; NEVES, Pedro - **Eficiência Energética e Ordenamento do Território**. Contributo DGOTDU para o Barómetro da Eficiência Energética Portugal 2010, Lisboa: DGOTDU, 2011.
- SACK, Robert David - Geography, Geometry, and Explanation. **Annals of the Association of American Geographers**. ISSN 1467-8306. 62:1 (1972), 61–78. doi: 10.1111/j.1467-8306.1972.tb00844.x.
- ŞAHİN, Ahmet Duran - Progress and recent trends in wind energy. **Progress in Energy and Combustion Science**. ISSN 0360-1285. 30:5 (2004), 501–543. doi: 10.1016/j.pecs.2004.04.001.
- SALAT, Serge - Energy loads, CO2 emissions and building stocks: morphologies, typologies, energy systems and behaviour. **Building Research & Information**. ISSN 0961-3218, 1466-4321. 37:5–6 (2009), 598–609. doi: 10.1080/09613210903162126.
- SANNER, Burkhard *et al.* - Current status of ground source heat pumps and underground thermal energy storage in Europe. **Geothermics**. ISSN 03756505. 32:4–6 (2003), 579–588. doi: 10.1016/S0375-6505(03)00060-9.
- SANTOS, T. *et al.* - Applications of solar mapping in the urban environment. **Applied Geography**. ISSN 0143-6228. 51 (2014), 48–57. doi: 10.1016/j.apgeog.2014.03.008.
- SARMENTO, João - O Evolucionismo Cultural e o Planeamento Urbano e Regional. Texto em memória dos 150 anos do nascimento de Sir Patrick Geddes (1854-1932). **Geo-Working Papers**. 2 (2004), 5–23.
- SARTORI, Igor; NAPOLITANO, Assunta; VOSS, Karsten - Net zero energy buildings: A consistent definition framework. **Energy and Buildings**. 48 (2012), 220–232. doi: 10.1016/j.enbuild.2012.01.032.
- SECCHI, Bernardo - **Prima lezione di urbanistica**. Bari: Laterza, 2000. ISBN 978-88-420-6060-4.
- SELADA, Catarina; SILVA, Carla - As Cidades Inteligentes na Agenda Europeia: Oportunidades para Portugal. Em **Europa 2020: retórica, discursos, política e prática**. Aveiro: APDR, 2013
- SELMAN, Paul - Three decades of environmental planning: what have we really learned. Em **Planning Sustainability**. London: Routledge ed, 2002. ISBN 978-1-134-71075-1. p. 148–174.
- SESTO, Ezio; CASALE, Claudio - Exploitation of wind as an energy source to meet the world's electricity demand. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**. ISSN 0167-6105. 74–76 (1998), 375–387. doi: 10.1016/S0167-6105(98)00034-8.

- SHAMMIN, Md. R. *et al.* - A multivariate analysis of the energy intensity of sprawl versus compact living in the U.S. for 2003. **Ecological Economics**. ISSN 0921-8009. 69:12 (2010), 2363–2373. doi: 10.1016/j.ecolecon.2010.07.003.
- SILVEIRA, Roberison Wittgenstein Dias Da; VITTE, António Carlos - Debate e epistemologia na génese da geografia moderna. Em **Actas do XII C olóquio Ibérico de Geografia**. Porto: Faculdade de Letras (Universidade do Porto), 2010
- SLOCOMBE, D. Scott - Environmental planning, ecosystem science, and ecosystem approaches for integrating environment and development. **Environmental management**. 17:3 (1993), 289-303.
- SOARES, Cláudia Alexandra; TAVARES DA SILVA, Suzana - **Direito das Energias Renováveis**. 1ª ed. Coimbra: Edições Almedina, 2013, ISBN 9789724054971.
- SPERLING, Karl; HVELPLUND, Frede; MATHIESEN, Brian Vad - Centralisation and decentralisation in strategic municipal energy planning in Denmark. **Energy Policy**. ISSN 0301-4215. 39:3 (2011), 1338–1351. doi: 10.1016/j.enpol.2010.12.006.
- STEEMERS, Koen - Energy and the city: density, buildings and transport. Special issue on urban research. **Energy and Buildings**. . ISSN 0378-7788. 35:1 (2003), 3–14. doi: 10.1016/S0378-7788(02)00075-0.
- ŠÚRI, Marcel *et al.* - Potential of solar electricity generation in the European Union member states and candidate countries. **Solar Energy**. ISSN 0038-092X. 81:10 (2007), 1295–1305. doi: 10.1016/j.solener.2006.12.007.
- SÜSSER, Diana; DÖRING, Martin; RATTER, Beate M. W. - Harvesting energy: Place and local entrepreneurship in community-based renewable energy transition. **Energy Policy**. ISSN 0301-4215. 101 (2017), 332–341. doi: 10.1016/j.enpol.2016.10.018.
- TEIXEIRA DE GODOY, Paulo - **História do pensamento geográfico e epistemologia em geografia**. São Paulo: Cultura acadêmica, 2010. ISBN 978-85-7983-127-0.
- TERRADOS, J.; ALMONACID, G.; PÉREZ-HIGUERAS, P. - Proposal for a combined methodology for renewable energy planning. Application to a Spanish region. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. ISSN 1364-0321. 13:8 (2009), 2022–2030. doi: 10.1016/j.rser.2009.01.025.
- THORNLEY, Patricia - Increasing biomass based power generation in the UK. **Energy Policy**. ISSN 0301-4215. 34:15 (2006), 2087–2099. doi: 10.1016/j.enpol.2005.02.006.
- TROEN, Ib; PETERSEN, Erik Lundtang - **European wind atlas**. Roskilde: Commission of the European Communities, Directorate-General for Science, Research, and Development, Risø National Laboratory, 1989. ISBN 978-87-550-1482-4.
- TSOUTSOS, T. *et al.* - Sustainable siting process in large wind farms case study in Crete. **Renewable Energy**. ISSN 0960-1481. 75 (2015), 474–480. doi: 10.1016/j.renene.2014.10.020.
- TSOUTSOS, Theocharis; FRANTZESKAKI, Niki; GEKAS, Vassilis - Environmental impacts from the solar energy technologies. **Energy Policy**. ISSN 0301-4215. 33:3 (2005), 289–296. doi: 10.1016/S0301-4215(03)00241-6.
- UNITED NATIONS - **World Urbanization Prospects: The 2009 Revision**. New York: Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2010
- UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME - **State of the world's cities: harmonious cities**. Nairobi: UN-HABITAT, 2008
- VAN DER VLIST, M. J. - Land use planning in the Netherlands; finding a balance between rural development and protection of the environment. **Landscape and Urban Planning**. ISSN 0169-2046. 41:2 (1998), 135–144. doi: 10.1016/S0169-2046(97)00068-6.
- VARHO, Vilja - Environmental impact of photovoltaic electrification in rural areas. **Energy & Environment**. 13:1 (2002), 81–104.
- VIEIRA, Ana *et al.* - **Avaliação do potencial de biomassa da região do Algarve: Projecto Enersur-biomassa -estudo 10**. Lisboa: Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, I.P. Departamento de Energias Renováveis Departamento de Engenharia Energética e Controlo Ambiental, 2006
- VOIVONTAS, D.; TSILIGIRIDIS, G.; ASSIMACOPOULOS, D. - Solar potential for water heating explored by GIS. **Solar Energy**. ISSN 0038-092X. 62:6 (1998), 419–427. doi: 10.1016/S0038-092X(98)00027-9.
- VOLTALIA GROUP - **Projectos | Martifer Solar** [Em linha], 2016. [Consult. 14 out. 2016]. Disponível em <http://www.martifersolar.com/pt/generalprojects.php>.
- WARREN, Charles R. *et al.* - 'Green On Green': Public perceptions of wind power in Scotland and Ireland.

Journal of Environmental Planning and Management. ISSN 0964-0568. 48:6 (2011), 853–875. doi: 10.1080/09640560500294376.

WHYTE, William - **The exploding metropolis.** 1ª ed. New York: Fortune Magazine, 1957

WIDHOLM, JACK *et al.* - Miscanthus: a promising biomass crop. **Advances in Botanical Research.** 56 (2010), 76–137. doi: 0.1016/S0065-2296(10)56003-8.

WILSON, Elizabeth - Adapting to Climate Change at the Local Level: The Spatial Planning Response. **Local Environment.** ISSN 1354-9839, 1469-6711. 11:6 (2006), 609–625. doi: 10.1080/13549830600853635.

WISSNER, Matthias - The Smart Grid – A saucerful of secrets? **Applied Energy.** ISSN 0306-2619. 88:7 (2011), 2509–2518. doi: 10.1016/j.apenergy.2011.01.042.

XU, Xinhai *et al.* - Prospects and problems of concentrating solar power technologies for power generation in the desert regions. **Renewable and Sustainable Energy Reviews.** ISSN 1364-0321. 53 (2016), 1106–1131. doi: 10.1016/j.rser.2015.09.015.

Lista de figuras

Figura 1: Desenho da investigação	20
Figura 2: Esquema da organização da tese	21
Figura 3: Cronograma e síntese das tarefas desenvolvidas	23
Figura 4: Modelo de Hagget (1965) para o estudo do sistema espacial	35
Figura 5: Evolução conceitual da noção do espaço	38
Figura 6: Polos epistemológicos da actividade científica de 1750 a 1950.....	38
Figura 7: Intersecções disciplinares de natureza ortodoxa e integrada no âmbito da Geografia	39
Figura 8: Quadro classificativo conceptual das regiões.....	42
Figura 9: a) NUT 2; b) NUT 3; c) Regiões e zonas agrárias	47
Figura 10: População urbana e rural no mundo: 1950-2050 (Bilhões).....	50
Figura 11 : a) modelo da cidade-jardim de Howard (1902); b) Detalhe de planta sectorizada de Broadacre City, Wright (1935)	52
Figura 12: Finger Plan de Copenhaga, 1947	54
Figura 13: Green Belt Plan de Ottawa, 2005	54
Figura 14: Dimensões que suportam a definição das unidades de paisagem, à escala local dos PDM	56
Figura 15: Relação entre tipos de cidade e processos de expansão	61
Figura 16: Quadro síntese das APU, AMU e APR em Portugal continental	66
Figura 17: Classificação do solo e respectivos critérios.....	67
Figura 18: Categorias de solo rústico e urbano e respectivas relações de complementaridade	68
Figura 19: Dinâmicas de convergência dos sistemas nacionais de ordenamento do território.....	70
Figura 20: Evolução do processo de adaptação, integração e acção no conceito de planeamento	75
Figura 21: Esquema de síntese do processo de planeamento de Patrick Geddes, (1915)	77
Figura 22: Esquema de síntese do processo de planeamento de Harlow Person, (1937)	78
Figura 23: Esquema de síntese do processo de planeamento de McLoughlin (1969) e Chadwick (1978)	79
Figura 24: Esquema conceptual do processo de planeamento de Friedmann, (1987)	80
Figura 25: Esquema de síntese do processo de planeamento de McHarg, (1969)	81

Figura 26: Esquema de síntese do processo de planeamento de Selman, (2002)	82
Figura 27: Desenvolvimento sustentável: processo de integração holística de análises e acções	83
Figura 28: Estrutura do processo de planeamento urbano sustentável	84
Figura 29: Esquema síntese do sistema de planeamento nacional.....	86
Figura 30: Utilização global de energia por tipo de fonte	91
Figura 31: Fontes de energia renovável classificadas por finalidade e tecnologia.....	93
Figura 32: Electricidade produzida por fontes renováveis na UE-28.....	93
Figura 33: Produção de energia eléctrica a partir de fontes renováveis em Portugal	94
Figura 34: Contribuição potencial dos recursos de biomassa total existentes no território nacional	99
Figura 35: Mapa das placas litosféricas com a indicação das áreas com maior potencial geotérmico de alta entalpia.....	107
Figura 36: Áreas com potencialidades geotérmicas e gradiente geotérmico médio em Portugal	108
Figura 37: Bombas de calor geotérmicas: sistemas de circuito fechado.....	109
Figura 38: Bombas de calor geotérmicas: sistemas de circuito aberto	110
Figura 39: a) Central com queda de altura elevada; b) Central com altura de queda baixa a fio de água (Corte e planta)	113
Figura 40: Esquema da circulação dos ventos à escala global.....	117
Figura 41: Representação esquemática das 4 classes de rugosidade	118
Figura 42: Extracto do Atlas Europeu do Vento: panorâmica geral do recurso eólico na Europa Ocidental e em Portugal	119
Figura 43: Atlas do Potencial Eólico de Portugal Continental	120
Figura 44: a) Dimensão, altura e diâmetros tipo das turbinas eólicas; b) Principais componentes de um parque eólico.....	121
Figura 45: Potencial de radiação solar global nos países da União Europeia.....	125
Figura 46: Tecnologias de aproveitamento da energia solar e respectiva escala de produção	126
Figura 47: Tecnologias associadas ao solar térmico de concentração.	127
Figura 48: Exemplos de tecnologias fotovoltaicas de acordo com o nível de potência	129
Figura 49: Organização do Sistema Eléctrico Nacional.....	135
Figura 50: Estrutura do Sistema Eléctrico Nacional.....	136
Figura 51: Modelo esquemático de uma Smart Grid	137
Figura 52: Energias renováveis e aspectos determinantes para a tomada de decisão	143
Figura 53: Etapas comuns dos diferentes métodos da análise de decisão multicritério	144
Figura 54: Modelo tipo do método de análise hierárquica	144
Figura 55: 12 etapas do processo de transição	147
Figura 56: Exemplo de camadas de informação integradas em ambiente SIG para o mapeamento energético à escala da região	149
Figura 57: Transposição do conceito de NZEB da escala do edifício à cidade	154
Figura 58: Determinantes da eficiência energética em ambiente urbano	155
Figura 59: Esquema relacional: desenvolvimento sustentável e energia.....	174
Figura 60: Diagrama do Desenvolvimento Energético Sustentável	175
Figura 61: Inter-relações entre domínios de intervenção e respectivas componentes do DESM	175
Figura 62: Modelo operacional	180
Figura 63: Modelo estruturante	182
Figura 64: Esquema de convergência entre o processo de planeamento do PDM e do SMART RURAL..	185
Figura 65: Processo de planeamento energético sustentável.....	189
Figura 66: Modelo exemplificativo da plataforma digital SMART RURAL	197
Figura 67: Localização do Município de Loures.....	202
Figura 68: Padrões de uso e ocupação do solo do Concelho de Loures.....	202
Figura 69 e Tabela 32: Unidades de produção de energia solar e eólica existentes no concelho	204
Figura 70: Evolução da produção de energia eólica e solar no Concelho de Loures.....	205
Figura 71: a) Uso do solo COS 2007 nível 1; b) Radiação solar global; c) Mapa do potencial eólico	205
Figura 72: Altimetria com a localização dos parques eólicos e alguns exemplos de rugosidade.....	206
Figura 73: Potencial de biomassa e mini-hídrica.....	206
Figura 74: Quantificação das áreas com potencial de biomassa.....	207
Figura 75: Potencial de produção de energia associado às ETARs e à central de RSU.....	208
Figura 76: Rede de MT e unidades de produção de energia renovável existentes.....	209

Figura 77: Distribuição percentual de consumos de energia eléctrica nos vários sectores do concelho de Loures em 2012	210
Figura 78: Quantificação do consumo de energia eléctrica da indústria e do sector não doméstico e respectivo modelo espacial	211
Figura 79: Evolução do consumo de energia eléctrica e tendência demográfica da população residente	212
Figura 80: a) Consumo de energia eléctrica anual por habitante (kWh/ hab); b) Perímetros urbanos PDM 2015.....	213
Figura 81: Aplicação do método de análise morfo-energética ao concelho de Loures	214
Figura 82: Workflow de suporte para a análise e diagnóstico	216
Figura 83: Metodologia para a avaliação dos impactos das energias renováveis no uso/ocupação do solo	217
Figura 84: Centrais fotovoltaicas no Concelho de Loures: análise da evolução do uso e ocupação do solo à escala temporal de 14 anos.....	218
Figura 85: Sobreposição das células de produção de energia solar com a COS2007	219
Figura 86: Visualização tridimensional e sobreposição com a COS2007 dos parques eólicos de a) de Fontelas e b) Fanhões.....	220
Figura 87: Exemplos de ocupação do solo: a) central fotovoltaica de Olival da Quinta Nova; Parque eólico de Fanhões (b); Central fotovoltaica do MARL (c);.....	221
Figura 88: Sobreposição das células de produção de energia solar com a carta de ordenamento do PDM 2015.....	222
Figura 89: Sobreposição das células de produção de energia solar com a carta de ordenamento do PDM 2015.....	222
Figura 90: Referencial de factores bioclimáticos gerais e específicos no concelho de Loures.....	225
Figura 91: Parametrização do modelo urbano	227
Figura 92: Parametrização do ambiente construído	228
Figura 93: Parametrização bioclimática	229
Figura 94: Cenário BASE- Situação Existente	232
Figura 95: Combinações de balanço energético por tipo (valores de consumo e produção em GWh) ...	233
Figura 96: Cenário REFORÇAR Parques eólicos e MARL solar	236
Figura 97: Cenário COMPLEMENTAR Coberturas solares.....	237
Figura 98: Cenário COMPLEMENTAR Bioenergia em sinergia	237
Figura 99: Cenário VALORIZAR Mini-Hídrica.....	238
Figura 100: Cenário NET-ZERO REFORÇAR, COMPLEMENTAR E VALORIZAR	239
Figura 101: Sistematização dos 5 eixos estratégicos para a delimitação energética de células (+) e (-) .	239
Figura 102: Localização do Município de Arraiolos	244
Figura 103: Padrões de uso e ocupação do solo do Concelho de Arraiolos	244
Figura 104: Objectivos operacionais de matriz energética para a revisão do PDM de Arraiolos.....	245
Figura 105: Consumidores de energia eléctrica de cada nível de tensão e respectivos consumos, desagregados por sector de actividade em 2012.....	250
Figura 106: Rede eléctrica de serviço público existente e prevista no Concelho de Arraiolos	251
Figura 107: Evolução do consumo de energia eléctrica em relação à população residente no concelho	252
Figura 108: Consumo de Energia Eléctrica por Sector de Actividade em 2012.....	252
Figura 109: Configuração espacial da rede eléctrica em relação à distribuição dos padrões de consumo nos principais aglomerados urbanos.....	254
Figura 110: Tipologias urbanas que globalmente apresentam o maior consumo de energia eléctrica. ...	258
Figura 111: Referencial de factores bioclimáticos gerais no concelho de Arraiolos	258
Figura 112: Diagrama da orientação solar teórica mais favorável do edifício no Concelho de Arraiolos.	259
Figura 113: Diagrama da frequência (%) e velocidade média (km/h) dos ventos, por estação do ano ...	260
Figura 114: Distribuição do nº de edifícios por freguesia, segundo a época de construção	260
Figura 115: Distribuição do nº de edifícios por freguesia, segundo o sistema de construção e materiais	261
Figura 116: Evolução das diferentes tipologias de edifícios reconhecíveis no concelho e variação dos respectivos elementos determinantes para o desempenho energético	262
Figura 117: Mapa dos edifícios com certificado energético e respectiva classe energética	262

Figura 118: Evolução dos consumos de energia eléctrica em iluminação das vias públicas e no interior de edifícios do Estado.....	263
Figura 119: Mix de fontes de energia utilizadas para a produção de electricidade consumida no concelho	267
Figura 120: Fontes de energia renovável seleccionadas para a avaliação do potencial de produção em Arraiolos	268
Figura 121: Localização do concelho no mapa das Áreas com Potencialidades Geotérmicas e Gradiente Geotérmico Médio em Portugal.....	269
Figura 122: Regime de ventos no Concelho de Arraiolos	269
Figura 123: Mapa do potencial eólico do concelho de Arraiolos	270
Figura 124: Evolução do armazenamento da albufeira do Divor nos anos hidrológicos 2013/14 e 2014/15	271
Figura 125: Padrão de ocupação da área florestal no concelho	272
Figura 126: Áreas potenciais de recolha de resíduos para a valorização energética	273
Figura 127: Radiação solar global no Concelho de Arraiolos	275
Figura 128: Número de horas de radiação solar directa	275
Figura 129: Cenário I: produção de energia solar nos edifícios de habitação e serviços	289
Figura 130: Cenário II: produção de energia solar nos edifícios industriais e municipais	290
Figura 131: Cenário III: produção de energia solar em áreas degradadas	291
Figura 132: Proposta de localização de uma central fotovoltaica no concelho	291
Figura 133: Exemplo de domínios de intervenção para o suporte do “cluster intermunicipal de bioenergia”	293
Figura 134: Análise de condicionantes	294
Figura 135: Proposta de modelo de ocupação da central de biomassa	294
Figura 136: Distribuição geográfica das áreas com potencial de biomassa e potencial localização da central de biomassa intermunicipal em Arraiolos	295
Figura 137: Quantificação dos contributos com potencial de biomassa por cada município abrangido pela proposta de cluster	296
Figura 138: Padronização da ocupação do edificado no concelho.....	298
Figura 139: Abordagem integrada para o reforço da eficiência energética no concelho de Arraiolos	299
Figura 140: Exemplo de princípios para a regeneração energética no aglomerado de Arraiolos.....	302
Figura 141: Carta das áreas estratégicas de reabilitação energética para o aglomerado de Arraiolos ...	304
Figura 142: Carta das áreas estratégicas de possível futura expansão para o aglomerado de Arraiolos	306
Figura 143: Exemplo de princípios de actuação para a concepção do edifício Eco-Bioclimático “Net-Zero”	306
Figura 144: Inquiridos por escalão etário	312
Figura 145: Situação dos inquiridos face à área de actividade.....	312
Figura 146: Habitat subjectivo.....	313
Figura 147: Conhecimento sobre o desenvolvimento energético sustentável referido pelos inquiridos	313
Figura 148: Grau de importância das temáticas ligadas à energia	314
Figura 149: Contextos em que os inquiridos ouviram falar de iniciativas municipais.....	314
Figura 150: Actividades e visões a favor de um futuro energético mais sustentável e participado dos municípios	315
Figura 151: Acções de iniciativa individual a favor da produção de energia limpa e redução dos consumos	315
Figura 152: Adesão a implementação das energias renováveis nas áreas rurais.....	316
Figura 153: Percepção das tecnologias para a produção de energia em larga escala	317
Figura 154: Percepção dos impactes mais prejudiciais da produção de energia renovável nas áreas rurais	317
Figura 155: Percepção sobre as possíveis acções a promover no município para a implementação das energias renováveis.....	318
Figura 156: Participação activa da população em propostas de intervenção para o fomento das energias renováveis	318
Figura 157: Percepção sobre 4 propostas de projectos piloto para a produção de energia renovável no município.....	319
Figura 158: Percepção sobre a ideia de eficiência energética.....	319
Figura 159: Áreas com maior ou menor impacto nos gastos de energia na habitação	320

Figura 160: Percepção sobre as acções de melhoria da eficiência energética na habitação	320
Figura 161: Percepção sobre formas de promover a eficiência energética à escala do município.....	321
Figura 162: Síntese da produção científica desenvolvida ao longo da investigação	327
Figura 163: Métricas e indicadores bibliométricos das publicações indexadas na SCOPUS (período de referência de 01/11/12 a 01/11/2017)	328

Lista de tabelas

Tabela 1: Critérios de selecção casos de estudo	16
Tabela 2: Ciclo de vida das cidades	58
Tabela 3: Processos de suburbanização desde o século XIII até o século XXI	60
Tabela 4: Requisitos e categorias de classificação das freguesias.....	65
Tabela 5: Principais recursos de energia renovável e respectiva escala global de planeamento	95
Tabela 6: Fontes de energia renovável e natureza específica do recurso seleccionado no âmbito desta investigação.....	96
Tabela 7: Fontes primárias e secundárias de biomassa	98
Tabela 8.: Caracterização das culturas energéticas florestais: síntese.....	99
Tabela 9: Caracterização das culturas energéticas agrícolas: síntese	101
Tabela 10: Factores determinantes e parâmetros funcionais para o planeamento da biomassa	103
Tabela 11: Análise “SWOT light” dos principais aspectos ambientais, económicos e sociais associados à produção de bioenergia	104
Tabela 12: Factores determinantes e parâmetros funcionais para o aproveitamento de energia geotérmica de baixa entalpia	110
Tabela 13: Análise “SWOT light” dos principais aspectos ambientais, económicos e sociais associados à energia geotérmica de média e baixa entalpia	111
Tabela 14: Factores determinantes e parâmetros funcionais para o planeamento de centrais mini-hídricas	114
Tabela 15: Análise “SWOT light” dos principais aspectos ambientais, económicos e sociais associados à mini-hídrica.....	115
Tabela 16: Factores determinantes e parâmetros funcionais para o planeamento de parques eólicos .	122
Tabela 17: Análise “SWOT light” dos principais aspectos ambientais, económicas e sociais associados à energia eólica	123
Tabela 18: Factores determinantes e parâmetros para o planeamento da energia solar	131
Tabela 19: Análise “SWOT light” dos principais aspectos ambientais, económicos e sociais associados ao sistema CSP e CPV	132
Tabela 20: Análise “SWOT light” dos principais aspectos ambientais, económicos e sociais associados aos sistemas fotovoltaicos sem concentração.....	133
Tabela 21: Quadro de comparação entre rede tradicional e Smart Grid	139
Tabela 22: Quadro legal aplicável à produção descentralizada de energia eléctrica	142
Tabela 23: Elementos morfológicos fundamentais para o desenho urbano.....	157
Tabela 24: 10 tipologias de casa popular em Portugal.....	158
Tabela 25: Matriz de síntese dos artigos de revisão seleccionados	165
Tabela 26: Matriz de síntese dos artigos baseados em investigações empíricas	166
Tabela 27: Matriz de síntese dos artigos baseados em investigações aplicadas	166
Tabela 28: Principais domínios de intervenção do modelo SMART RURAL	183
Tabela 29: Quadro de análise e diagnóstico	187
Tabela 30: Quadro de avaliação do potencial de energia renovável (apoio à decisão multicritério)	188
Tabela 31: Modelos espaciais inteligentes de produção de energia SMART ENERGY LANDS.....	191
Figura 69 e Tabela 32: Unidades de produção de energia solar e eólica existentes no concelho	204
Tabela 33: SWOT da produção de energia renovável do Concelho de Loures.....	223
Tabela 34: AMOSTRA I: Célula morfo-energética de Lousa.....	226
Tabela 35: Parâmetros de referência para aglomerados energeticamente eficientes	235
Tabela 36: 5 eixos estratégicos do modelo “Loures Net-Zero”	240
Tabela 37: Metodologia para a avaliação da eficiência energética do Concelho de Arraiolos	248
Tabela 38: Consumo de energia eléctrica por sector de actividade no concelho em 2012	253

Tabela 39: Consumo doméstico anual de energia eléctrica por habitante nos principais aglomerados urbanos do concelho (kWh/hab).....	255
Tabela 40: nº de edifícios e respectivas classes energéticas por freguesia.....	263
Tabela 41: lista de equipamentos com ficha de caracterização	264
Tabela 42: Áreas dos povoamentos florestais por espécie de árvore dominante no concelho.....	272
Tabela 43: Efectivos animais no concelho (Fonte: INE, 2015)	273
Tabela 44: Capacidade das ETAR's existentes no concelho	274
Tabela 45: Matriz de síntese: produção de energia renovável	276
Tabela 46: Matriz de síntese: potencial de reforço de eficiência energética nos aglomerados	278
Tabela 47: Matriz de síntese: reforço da eficiência energética nos edifícios	279
Tabela 48: SWOT de apoio à decisão para a implementação do potencial de energia renovável.....	281
Tabela 49: SWOT de apoio à decisão para o reforço da eficiência energética nos aglomerados e edifícios	283
Tabela 50: Quadro de estratégias do modelo “Arraiolos Solar”	288
Tabela 51: Quadro de estratégias para o reforço da eficiência energética no concelho de Arraiolos.....	301
Tabela 52: Tabela comparativa de síntese dos casos de estudo de Loures e de Arraiolos	322

Anexos

Anexo 1 – Modelo de ficha de caracterização dos equipamentos | Eficiência energética

Morada:		Código	

Caracterização Geral

Uso	
Época de construção	
Estado de Conservação Geral	
Nº de utilizadores (aprox)	
Horário de Funcionamento:	
Nº de Pisos	
Altura do edifício (aprox.) m	
Área de Implantação m²	
Volume m³	

• Localização

Parametros de desempenho energético

Zonas climática	
Orientação do edifício	
Exposição ventos dominantes	
Sombreamento	
Ratio superfície / volume	
Relação radiação solar e conforto térmico interior	
Janeiro a Junho	Julho a Dezembro

• Enquadramento na malha urbana

escala 1:2000

• Produção de energia solar

Sistemas de produção de energia solar existentes		
Potencial de produção na cobertura		
Tipologia:	Orientação	Área m²
		Instalação de sistemas solares
		Área adequada à instalação de painéis fotovoltaicos

• Alçados e cobertura

• Consumos de energia

Iluminação artificial	
Necessidade de aquecimento	
Necessidade de arrefecimento	
Equipamentos eléctricos	
Água quente sanitária	x

• Outros elementos relevantes


X

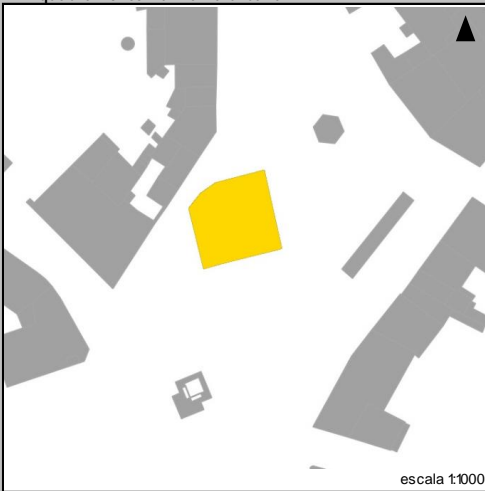
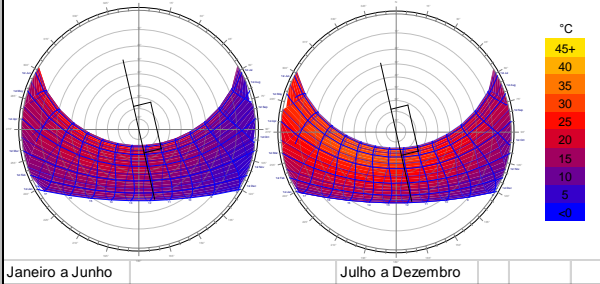
• Nível global de eficiência energética


i


Anexo 2 – Fichas de caracterização dos equipamentos | EE.1 - EE.2 - EE.3 - EE.4 - EE.5

Morada: Biblioteca Municipal de Arraiolos, Praça da República, Arraiolos		Código EE.1
---	--	--------------------

Caracterização Geral		Localização
Uso	Equipamento educativo - Biblioteca	
Época de construção	Século XVIII (reabilitado em 2001)	
Estado de Conservação Geral	Excelente	
Nº de utilizadores		
Horário de Funcionamento:	10h00 - 13h00 14h00 - 18h00 segunda a sexta	
Nº de Pisos	2	
Altura do edifício (aprox.) m	6	
Área de Implantação m²	321	
Volume m³	1926	

Parametros de desempenho energético		Enquadramento na malha urbana
Zonas climática	I1 - V3	
Orientação do edifício	NO-SE	
Exposição ventos dominantes	Baixa	
Sombreamento	Baixa	
Ratio superfície / volume	0,17	
Relação radiação solar e conforto térmico interior		
		escala 1:1000

Produção de energia solar		Alçados e cobertura
Sistemas de produção de energia solar existentes		
Potencial de produção na cobertura		
Tipologia: inclinada, 3 águas		
Orientação	Área m²	
Instalação de sistemas solares		
S	50	Não
SSO	126	Não
SSE	203	Não

Consumos de energia		Outros elementos relevantes
Iluminação artificial	6 meses de 2f à 6f 16-18	
Necessidade de aquecimento	7 meses de 2f à 6f	
Necessidade de arrefecimento	—	
Equipamentos eléctricos	padrão global de baixo consumo	
Água quente sanitária	—	

Nível global de eficiência energética
<p>O edifício apresenta uma orientação NO-SO que garante condições razoáveis de arrefecimento, aquecimento e iluminação natural. A configuração da malha urbana protege o invólucro dos ventos dominantes, permitindo ao mesmo tempo o escoamento do ar na envolvente do edifício e um bom nível de ventilação interior. A forma do edifício com um baixo ratio superfície/volume garante um bom desempenho em termos de arrefecimento e aquecimento. O edifício não apresenta potencial de produção de energia solar na cobertura, contudo, a sua integração na rede eléctrica municipal permite o uso futuro de energias renováveis a instalar em outro locais. O tipo de utilização e o horário de funcionamento determinam padrões de consumos de energia não elevados. De acordo com a presente ficha de caracterização, o nível da eficiência energética actual deste equipamento é classificado como razoável.</p>

Morada:	Código
Agrupamento de Escolas de Arraiolos, Rua 5 de Outubro, Arraiolos	EE.2

Caracterização Geral

Uso	Equipamento educativo - ES; E1,2,3
Época de construção	2010
Estado de Conservação Geral	Excelente
Nº de utilizadores (aprox)	830
Horário de Funcionamento:	8:00-17:00 segunda a sexta
Nº de Pisos	2/3
Altura do edifício (aprox.) m	6/10
Área de Implantação m²	10.500
Volume m³	72.300

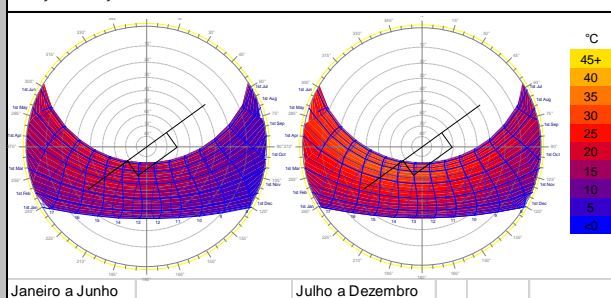
Localização



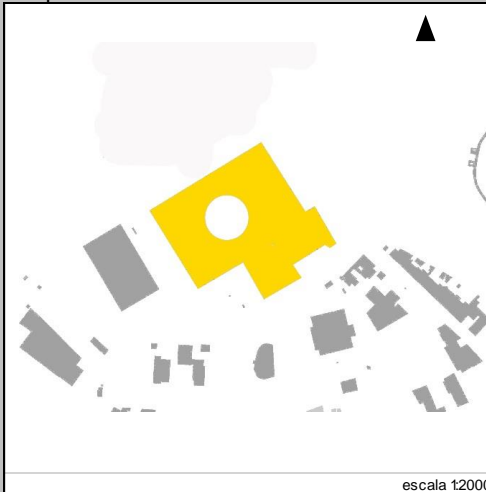
Parâmetros de desempenho energético

Zonas climática	I1 - V3
Orientação do edifício	NE-SO
Exposição ventos dominantes	Elevada
Sombreamento	Médio
Ratio superfície / volume	0,15


Relação radiação solar e conforto térmico interior



Enquadramento na malha urbana



Produção de energia solar

Sistemas de produção de energia solar existentes			Sim
Potencial de produção na cobertura			
Tipologia: plana	Orientação	Área m²	Instalação de sistemas solares
	S	45	Colectores solares existentes
	S	6000	Área adequada à instalação de painéis fotovoltaicos

Alçados e cobertura



Consumos de energia

Iluminação artificial	11 meses de 2f à 6f
Necessidade de aquecimento	7 meses de 2f à 6f
Necessidade de arrefecimento	7 meses de 2f à 6f
Equipamentos eléctricos	padrão global de baixo consumo
Água quente sanitária	padrão global de baixo consumo

Outros elementos relevantes



Colectores solares

Sistema de aquecimento e arrefecimento

Nível global de eficiência energética

O edifício apresenta uma orientação NE-SO e um baixo ratio superfície/volume que garante condições razoáveis de aquecimento e iluminação natural, enquanto na estação quente, regista-se uma importante necessidade de arrefecimento com recurso a sistemas activos de ar condicionado. A configuração da malha urbana pouco densa influencia a exposição do edifício aos ventos dominantes, permitindo um bom nível de ventilação interior. O edifício apresenta colectores solares para a produção de água quente na cobertura, contudo, verifica-se ainda a existência de um elevado potencial para a produção de electricidade que pode ser implementado através da instalação de painéis fotovoltaicos. O tipo de utilização e horário de funcionamento implicam padrões globais de consumos de energia não elevados. De acordo com a presente ficha de caracterização, o nível da eficiência energética actual deste equipamento é classificado como muito bom.

Morada:	Código
Centro de saúde de Arraiolos, Rua das Acácias, Arraiolos	EE.3

Caracterização Geral

Uso	Equipamento de saúde
Época de construção	2010
Estado de Conservação Geral	Excelente
Nº de utilizadores (aprox)	830
Horário de Funcionamento:	9:00-21:00 segunda a sexta 9:00 - 15:00 sábado, domingo e feriados
Nº de Pisos	2/3
Altura do edifício (aprox.) m	5
Área de Implantação m²	1.190
Volume m³	5.950

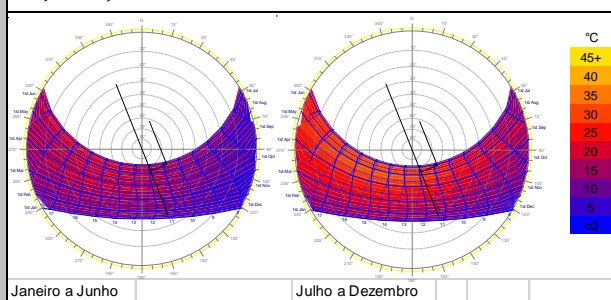
• Localização



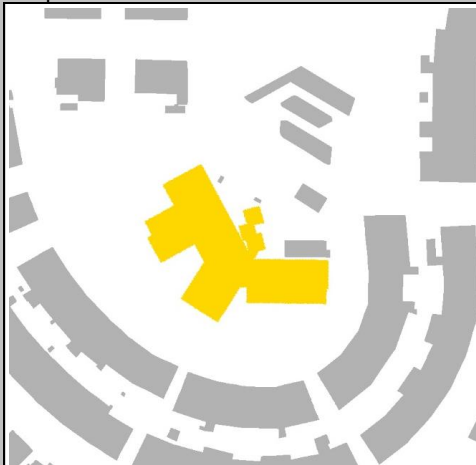
Parâmetros de desempenho energético

Zonas climática	I 1 – V3
Orientação do edifício	NO-SE/N-S
Exposição ventos dominantes	Elevada
Sombreamento	Baixo
Ratio superfície / volume	0,20

Relação radiação solar e conforto térmico interior

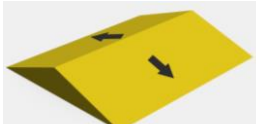


• Enquadramento na malha urbana



escala 1:2000

• Produção de energia solar

Sistemas de produção de energia solar existentes		Não	
Potencial de produção na cobertura			
Tipologia: inclinada, 2 águas	Orientação	Área m²	Instalação de sistemas solares
	S	68	Área adequada à instalação de painéis fotovoltaicos

• Alçados e cobertura



• Consumos de energia

Iluminação artificial	12 meses de 2f à 6f, sab, dom e feriados
Necessidade de aquecimento	7 meses de 2f à 6f, sab, dom e feriados
Necessidade de arrefecimento	7 meses de 2f à 6f, sab, domingo e feriados
Equipamentos eléctricos	padrão global de elevado consumo
Água quente sanitária	padrão global de médio consumo

• Outros elementos relevantes



• Nível global de eficiência energética

O edifício apresenta uma orientação NO-SE/N-S e um ratio intermédio superfície/volume que não favorece condições óptimas de aquecimento, arrefecimento e iluminação natural. A configuração da malha urbana permite uma exposição bastante equilibrada do edifício aos ventos dominantes, permitindo um bom nível de ventilação interior. O edifício não apresenta sistemas de produção de energia solar, contudo, verifica-se a existência de uma parte de cobertura orientada a sul onde podem ser implementados painéis fotovoltaicos ou colectores solares. O tipo de utilização e horário de funcionamento implicam padrões globais de consumos de energia elevados. De acordo com a presente ficha de caracterização, o nível da eficiência energética actual deste equipamento é classificado como razoável.

Morada:	Código
Junta de freguesia de Igrejinha, Rua 25 de Abril, Igrejinha	EE.4

Caracterização Geral

Uso	Equipamento de administração pública
Época de construção	2013
Estado de Conservação Geral	Excelente
Nº de utilizadores (aprox)	10
Horário de Funcionamento:	9:00-17:00 segunda a sexta
Nº de Pisos	1
Altura do edifício (aprox.) m	4
Área de Implantação m²	211
Volume m³	844

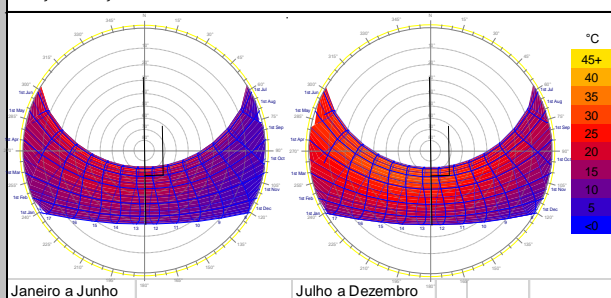
• Localização



Parametros de desempenho energético

Zonas climática	I 1 – V3
Orientação do edifício	N-S
Exposição ventos dominantes	baixa
Sombreamento	Baixo
Ratio superfície / volume	0,25


Relação radiação solar e conforto térmico interior



• Enquadramento na malha urbana



• Produção de energia solar

Sistemas de produção de energia solar existentes		Não	
Potencial de produção na cobertura			
Tipologia: inclinada, 2 águas	Orientação	Área m²	Instalação de sistemas solares
	S	0	Área adequada à instalação de painéis fotovoltaicos

• Alçados e cobertura



• Consumos de energia

Iluminação artificial	12 meses de 2f à 6f
Necessidade de aquecimento	7 meses de 2f à 6f
Necessidade de arrefecimento	7 meses de 2f à 6f
Equipamentos eléctricos	padrão global de baixo consumo
Água quente sanitária	x

• Outros elementos relevantes



• Nível global de eficiência energética

O edifício apresenta uma orientação N-S e um ratio elevado superfície/volume que não garante boas condições de aquecimento, arrefecimento e iluminação natural. A configuração da malha urbana densa protege o edifício dos ventos dominantes, tendo efeitos negativos na ventilação interior. O edifício não apresenta sistemas de produção de energia solar, no entanto é possível afirmar que a cobertura não tem características adequadas para a instalação de sistemas de produção de energia. O tipo de utilização e horário de funcionamento implicam padrões globais de consumos de energia baixos. De acordo com a presente ficha de caracterização, o nível da eficiência energética actual deste equipamento é classificado como razoável.

Morada:	Código
Sociedade Recreativa , Rua António Maria Casquinha, Aldeia da Serra	EE.5

Caracterização Geral

Uso	Equipamento cultural
Época de construção	1967
Estado de Conservação Geral	Razoável
Nº de utilizadores (aprox)	30
Horário de Funcionamento:	pontual
Nº de Pisos	1
Altura do edifício (aprox.) m	6
Área de Implantação m²	333
Volume m³	1998

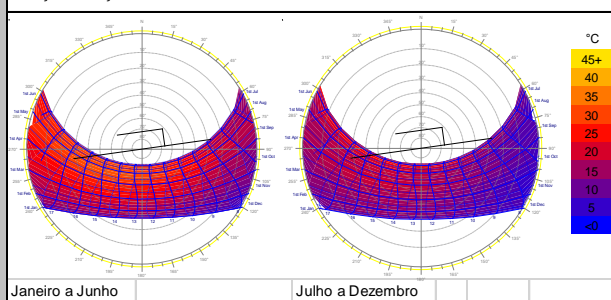
Localização



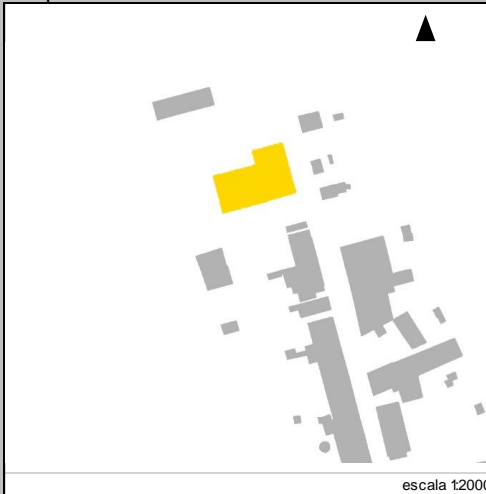
Parametros de desempenho energético

Zonas climática	I 1- V3
Orientação do edifício	E-O
Exposição ventos dominantes	Elevada
Sombreamento	Baixo
Ratio superfície / volume	0,17

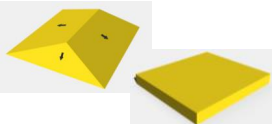
Relação radiação solar e conforto térmico interior



Enquadramento na malha urbana



Produção de energia solar

Sistemas de produção de energia solar existentes		Não	
Potencial de produção na cobertura			
Tipologia: inclinada, 4 águas e plana	Orientação	Área m²	Instalação de sistemas solares
	S	232	Área adequada à instalação de painéis fotovoltaicos

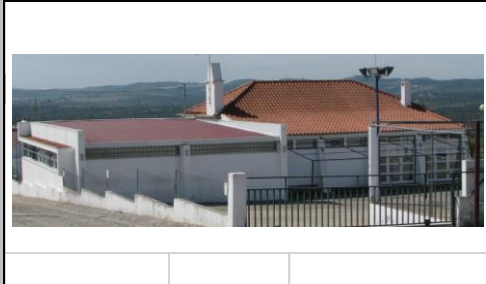
Alçados e cobertura



Consumos de energia

Iluminação artificial	12 meses
Necessidade de aquecimento	—
Necessidade de arrefecimento	—
Equipamentos eléctricos	padrão global de muito baixo consumo
Água quente sanitária	x

Outros elementos relevantes



Nível global de eficiência energética

O edifício apresenta uma orientação E-O e um ratio intermédio superfície/volume que garante boas condições de aquecimento, arrefecimento e iluminação natural. A configuração da malha urbana densa favorece a exposição do edifício dos ventos dominantes, tendo efeitos positivos na ventilação interior. O edifício não apresenta sistemas de produção de energia solar, no entanto é possível afirmar que a cobertura tem características técnicas excelentes para a instalação de sistemas de produção de energia. O tipo de utilização e horário de funcionamento implicam padrões globais de consumos de energia muito baixos. De acordo com a presente ficha de caracterização, o nível da eficiência energética actual deste equipamento é classificado como bom.



Smart Rural

Plataforma para o desenvolvimento sustentável do espaço rural



FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA

INQUÉRITO

O presente inquérito faz parte do projecto de investigação SMART RURAL sobre a implementação das energias renováveis e o reforço da eficiência energética à escala do município.

Em linha com a temática existe o objectivo de recolher dados abarcando três dimensões principais:

- i. percepções dos cidadãos sobre o tema do desenvolvimento energético sustentável;
- ii. expectativas sobre a implementação de energias renováveis no município em que vive;
- iii. dimensões cognitivas da eficiência energética.

Os resultados serão utilizados para a validação empírica de um processo de planeamento que promova a implementação das energias renováveis e o reforço da eficiência energética para suportar o balanço energético à escala do município.

Desde já agradeço a colaboração prestada.

Francesca Poggi

Doutoranda em Geografia e Planeamento Territorial, FCSH-UNL.

• **Em que grupo etário se situa?**

- ☐ < 18 ☐ 18-24 ☐ 25-34 ☐ 35-44 ☐ 45-54 ☐ 55-64 ☐ > de 65

• **Qual a sua área de actividade?**

- ☐ Representante da administração central
☐ Representante da administração local
☐ Profissional do sector energético
☐ Profissional do sector das energias renovável
☐ Profissional do sector da eficiência energética
☐ Projectista nas áreas de Arquitectura, Engenharia e/ou Planeamento;
☐ Investigador
☐ Estudante
☐ Público em geral
☐ Outro _____

• **Vive numa área urbana (URB) ou rural (RUR)?**

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> URB - Grande cidade/Área metropolitana | <input type="checkbox"/> RUR - Aldeia |
| <input type="checkbox"/> URB - Cidade média | <input type="checkbox"/> RUR - Casa no campo |
| <input type="checkbox"/> URB - Vila | |

CAMPO TEMÁTICO 1 | PERCEPÇÕES SOBRE O TEMA DO DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO SUSTENTÁVEL

1. Tem conhecimento do conceito de desenvolvimento energético sustentável?

- ☐ Sim
- ☐ Não

2. Na abordagem aos problemas ligados à energia à escala global que importância atribui às seguintes temáticas:

	Não importante	Pouco importante	Sem opinião	Importante	Extremamente importante
	1	2	3	4	5
Reduzir a emissão de Gases com Efeito de Estufa					
Reduzir a poluição do ar					
Mitigar as alterações climáticas					
Garantir a segurança energética do País e reduzir a dependência do exterior					
Investir nas fontes de energia renovável					
Investir na eficiência energética					

3. Conhece algum estudo, projecto ou iniciativa que o seu Município tenha promovido e divulgado em relação às seguintes temáticas?

	Sim	Não
Redução de emissões de Gases com Efeito de Estufa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Redução de consumos de energia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Promoção e implementação de políticas de acção ao nível municipal para o combate às Alterações Climáticas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avaliação e divulgação do potencial de fontes renováveis existente no município	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Divulgação de projectos de integração de sistemas solares fotovoltaicos para produção de electricidade nas coberturas de edifícios municipais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ações de participação cívica sobre o tema da eficiência energética dos edifícios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Classifique no seu entender qual a importância de cada uma das seguintes actividades e visões para um futuro energético mais sustentável e participado dos municípios:

	Não importante	Pouco importante	Sem opinião	Importante	Extremamente importante
	1	2	3	4	5
Integrar a implementação das energias renováveis e o reforço da eficiência energética como princípios fundamentais de sustentabilidade a prosseguir nas fases de revisão dos Planos Directores Municipais.					
Planear os municípios de forma a promover o balanço energético quase nulo entre os consumos de energia, nas áreas urbanas e a produção renovável nas áreas rurais					
Promover a visão do “Rural exportador de energia verde” como vector de desenvolvimento e competitividade dos municípios					
Criação de “comunidades rurais energeticamente eficientes” que respondem aos próprios consumos de energia através de pequenas centrais de produção renovável de proximidade					
Projectar os edifícios novos que sejam altamente eficientes, integrem a produção de energia renovável e tenham um balanço energético próximo do zero					
Revisitar as técnicas e materiais da arquitectura vernacular tradicional para a construção de edifícios bioclimáticos nas áreas rurais					
Promover sistemas não convencionais de agricultura (biodinâmica, natural, biológica, permacultura ou agro-ecológico) que apresentam um ciclo de vida com melhor desempenho energético face aos sistemas industriais					

5. Focando especificamente as dimensões da produção de energia limpa e da redução dos consumos de energia indique o que estaria disposto a fazer enquanto cidadão.

	Sim	Não	Se respondeu não, assinale aqui se é pelo aspecto económico	Se respondeu não, assinale aqui se é porque não confia na tecnologia
	1	2		
Instalar painéis fotovoltaicos para a produção de electricidade na própria residência			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Investir em projectos de pequenas centrais solares, eólicas, mini-hídricas ou bioenergéticas comunitárias que permitam o abastecimento da sua casa com energia renovável			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comprar um carro eléctrico			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Investir em intervenções de reabilitação para o aumento da eficiência energética da sua casa			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Investir/Mudar o sistema de aquecimento/ arrefecimento da sua casa para bombas de calor ar-água ou geotérmicas			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Instalar colectores solares para a produção de águas quentes sanitárias			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Substituir electrodomésticos e lâmpadas por equipamentos com baixo consumo de energia			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Utilizar contadores inteligentes para monitorizar e optimizar os seus consumos de energia domésticos			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

CAMPO TEMÁTICO 2 | EXPECTATIVAS SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NO SEU MUNICÍPIO

6. Considera importante que o Município onde vive promova a implementação de energias renováveis nas suas áreas rurais?

☐ Sim

☐ Não

7. Que tecnologias para a produção de energia renovável em larga escala que conhece:

	Não conheço	Ouvi falar	Conheço
Solar fotovoltaico			
Solar térmico de concentração			
Biomassa de culturas energéticas			
Biomassa de resíduos sólidos urbanos			
Biomassa de resíduos agrícola/florestais			
Mini-hídrica			
Eólica			
Geotermia			

8. Quais dos seguintes impactos, relacionados com a produção de energia renovável, considera como mais prejudiciais para as áreas rurais?

	Impacto visual na paisagem	Ruído	Ocupação de grandes áreas de solo	Alteração dos habitats	Poluição do ar e/ou Emissão de CO ₂	Maus cheiros
Centrais fotovoltaicas e térmicas de concentração	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Centrais de biomassa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Centrais mini-hídrica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parques eólicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Centrais geotérmicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. Para a implementação das energias renováveis no Município em que vive, que importância se deve atribuir aos seguintes temas?

	Não relevante	Pouco relevante	Sem opinião	Relevante	Prioritário
	1	2	3	4	5
Salvaguardar valores ambientais e ecológicos					
Preservar as paisagens urbanas e rurais					
Promover a participação cívica sobre o tema					
Definir regras para o uso e ocupação do solo para fins de produção de energias renováveis					
Promover medidas de incentivo fiscal às energias renováveis					
Atrair investimentos para o sector das energias renováveis no município					
Criar incubadoras de empresas de investigação e desenvolvimento de energias renováveis					
Enquadrar actividades de investigação a escala e realidade do município					
Investir na educação e formação na área das energias renováveis					

10. Quais das seguintes propostas de intervenção considera relevantes para que o Município em que vive assuma um papel activo/dê um contributo directo para resolver as questões das energias renováveis:

	Não relevante	Pouco relevante	Sem opinião	Relevante	Prioritário
	1	2	3	4	5
Avaliar o potencial de energia renovável existente no Município e divulgar as áreas mais apropriadas de acordo com o tipo de recurso.					
Disponibilizar os terrenos de domínio municipal ou terrenos marginais/abandonados para a produção de energia renovável					
Disponibilizar as coberturas dos edifícios públicos para a instalação de painéis fotovoltaicos para a produção de electricidade					

	Não relevante	Pouco relevante	Sem opinião	Relevante	Prioritário
	1	2	3	4	5
Promover a participação cívica dos cidadãos para apoiar a produção de energia renovável de iniciativa municipal					
Ser o primeiro a dar o exemplo e investir nas energias renováveis nos seus edifícios					

11. Entre quatro projectos piloto para o fomento da produção de energia renovável num município: assinale a sua apreciação em termos de importância.

	Não importante	Pouco importante	Sem opinião	Importante	Muito importante
	1	2	3	4	5
Envolver os cidadãos em programas de investimento colectivo e implementar pequenas centrais de energia renovável que abasteçam as comunidades locais					
Implementar um mercado de energias verdes com base no potencial de produção existente no município para atrair investidores públicos, privados e externos					
Elaborar mecanismos de autofinanciamento para a instalação de painéis fotovoltaicos nas coberturas de edifícios públicos com venda de electricidade aos cidadãos					
Elaborar programas para o aproveitamento de grandes coberturas privadas (indústrias, estacionamento, ect) para a instalação de painéis fotovoltaicos e venda de energia aos cidadãos					

CAMPO TEMÁTICO 3 | DIMENSÕES COGNITIVAS DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

12. Indique a primeira ideia que associa ao termo eficiência energética:

- ☐ Reduzir o consumo de energia
 ☐ Poupar dinheiro
 ☐ Mudar os meus hábitos de consumo
 ☐ Nunca me coloquei esta questão

13. Classifique as áreas onde gasta em média mais energia na sua habitação: ordene-as pelo peso que têm no seu orçamento:

Atribua 1 à área que tem menos impacto, 2-3-4-5 às seguintes e 6 à área que mais consuma energia	
Iluminação	
Aquecimento ambiente	
Arrefecimento ambiente	
Utilização de equipamentos informáticos	
Cozinha	
Produção de água quente	

14. Quais das seguintes acções considera relevantes para promover a eficiência energética na sua habitação?

	Não importante	Pouco importante	Sem opinião	Importante	Prioritário
	1	2	3	4	5
Aumentar o isolamento térmico da envolvente construtiva					
Substituir janelas antigas por modelos mais eficientes ao nível energético					
Adoptar lâmpadas de baixo consumo					
Preferir electrodomésticos com o nível máximo de classificação energética					
Utilizar a energia de forma mais consciente e racional, adoptando comportamentos adequados					
Adoptar contadores inteligentes para monitorizar e otimizar os consumos					

15. Focando-se agora à escala do município em que vive, como pensa que possa ser promovida a eficiência energética?

	Não importante	Pouco importante	Sem opinião	Importante	Extremamente importante
	1	2	3	4	5
Integrando metas, indicadores e orientações para a eficiência energética na revisão do Plano Director Municipal e nos planos de urbanização, planos de pormenor e operações de loteamento					
Integrando no Regulamento Municipal de Urbanização e Edificação, medidas de incentivos para a utilização de novos materiais e sistemas construtivos que garantam menores consumos de energia nos edifícios novos					
Promovendo programas de reabilitação energética nos edifícios antigos					
Divulgando acções de sensibilização e informação para os cidadãos sobre o tema da eficiência energética					
Oferecendo benefícios fiscais em articulação com o sistema de certificação energética					